

REPÚBLICA DEL PERÚ



AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
COMITÉ DE PROINVERSIÓN EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL,
INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA E INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA –
PRO INTEGRACIÓN



ProInversión

Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

Segundo Proyecto

CONTRATO DE CONCESIÓN

**CONCURSO DE PROYECTOS INTEGRALES PARA LA ENTREGA EN CONCESION
DEL PROYECTO “LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED
BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO”**

Agosto de 2013



ÍNDICE

SECCION I: ANTECEDENTES Y DEFINICIONES	8
Antecedentes	8
Definiciones	10
Base Legal	30
SECCIÓN II: NATURALEZA, OBJETO, MODALIDAD Y CARACTERES DE LA CONCESIÓN	32
Naturaleza	32
Objeto	33
Modalidad	34
Caracteres	34
SECCIÓN III: EVENTOS A LA FECHA DE CIERRE	34
Declaraciones del CONCESIONARIO	34
Declaraciones del CONCEDENTE	37
Constataciones en la Fecha de Cierre	39
SECCIÓN IV: PLAZO DE CONCESION	42
Plazo de la Concesión	42
Suspensión temporal de la Concesión	42
Prórroga del Plazo de la Concesión	42
SECCIÓN V: RÉGIMEN DE BIENES	43
Disposiciones Generales	43
Toma de Posesión	46
Inventarios	47
Inventario de Repuestos	48
De los Bienes destinados a la Ejecución del Contrato	48
Reversión de los Bienes de la Concesión	51
Reversión del Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta	52
Transferencia de los Bienes del CONCESIONARIO	52
Bienes que no permitan cumplir con los Niveles de Servicio	53
De las Servidumbres	53
Defensas posesorias	54
SECCION VI: INVERSIONES OBLIGATORIAS Y PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA	55
Del Plan de Desarrollo de los Estudios Definitivos de Ingeniería	55
De los Estudios Definitivos de Ingeniería (EDI)	56
Cronograma Detallado	60
Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias	60
Libro de Obra	60
Ejecución de Obras	61
Hito de Obra	65
Interferencias Adicionales	65
Supervisión de las Inversiones Obligatorias y de los EDI	67
Ampliación del Plazo de Ejecución de Obras	68
Ampliación del Plazo de Provisión de Material Rodante	68
Informes de Avance de Obras	69
Pruebas de Puesta en Marcha	69
Culminación de las Obras	71
Puesta en Operación Comercial	72
Aceptación de las Inversiones Obligatorias	73
Inversiones Adicionales	74



Planificación de la Operación.....	75
Eventos Geológicos.....	76
Mantenimiento del Tránsito.....	77
SECCIÓN VII: DE LA CONSERVACIÓN DE LOS BIENES DE LA CONCESIÓN	77
Derechos y deberes del CONCESIONARIO	77
Plan de Conservación.....	77
Mantenimiento Extraordinario.....	78
SECCIÓN VIII: EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN	79
Derechos y deberes del CONCESIONARIO	79
Libre decisión comercial y riesgos.....	79
Dirección y gerencia del CONCESIONARIO	79
Organización del Servicio.....	82
Horario del Servicio.....	83
Seguridad y Vigilancia.....	84
Inicio de Explotación.....	84
Supervisión de la Explotación.....	84
Información.....	84
Derechos y Reclamos de los Usuarios.....	85
Servicios Complementarios.....	86
Servicios Opcionales.....	87
Integración de los Servicios de Transporte Urbano.....	87
Reordenamiento del Transporte Público.....	88
SECCIÓN IX: RÉGIMEN ECONÓMICO	88
Condiciones para la obtención del Cierre Financiero	88
Fideicomiso de Administración y Garantías.....	93
Tarifas.....	93
Otros Ingresos.....	94
SECCIÓN X: RÉGIMEN FINANCIERO	94
De la Información de la Oferta del Concesionario.....	94
Pago por Material Rodante (PPMR) de la Primera Etapa.....	96
Del Sistema de Retribución por Inversiones (RPI).....	96
Ajustes por Evento Geológico.....	98
SECCIÓN XI: GARANTÍAS	100
Garantías a favor del CONCESIONARIO	100
Garantías a favor del CONCEDENTE	100
SECCIÓN XII: RÉGIMEN DE SEGUROS Y RESPONSABILIDAD DEL CONCESIONARIO	110
SECCIÓN XIII: CONSIDERACIONES SOCIO AMBIENTALES	117
Obligaciones Socio Ambientales del CONCESIONARIO	117
Estudio de Impacto Ambiental.....	118
Especificaciones Técnicas Socio Ambientales para la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias.....	118
Informes socio ambientales durante la Etapa de Ejecución de la Inversiones Obligatorias.....	120
Especificaciones Técnicas Socio Ambientales para la Conservación de los Bienes de la Concesión y Explotación de la Concesión.....	120
Gestión Socio Ambiental.....	120
Penalidades.....	121
Tratamiento de sobrecostos por medidas Ambientales no Contempladas en el Contrato.....	121



<u>SECCIÓN XIV: RELACIONES CON SOCIOS, TERCEROS Y PERSONAL</u>	<u>121</u>
Régimen de Contratos	121
Permanencia del Constructor.....	123
Permanencia del Proveedor de Material Rodante.....	123
Permanencia del Operador o del Asesor Técnico en Operación	123
Procedimiento para la sustitución	123
Relaciones con el Socio Estratégico	124
Relaciones de Personal	125
<u>SECCIÓN XV: CADUCIDAD DE LA CONCESIÓN.....</u>	<u>125</u>
Terminación del Contrato	125
Término por Vencimiento del Plazo	126
Término por Mutuo Acuerdo	126
Terminación por incumplimiento del CONCESIONARIO	126
Terminación por incumplimiento del CONCEDENTE.....	130
Facultad del CONCEDENTE de poner término Unilateral al Contrato	131
Terminación por Fuerza Mayor o caso fortuito.....	131
Liquidación del Contrato	132
Compensación por Terminación Anticipada del Contrato	133
Disposiciones Generales por Terminación Anticipada del Contrato.....	137
Devolución de Garantías de Fiel Cumplimiento	137
Pago de obligaciones del CONCESIONARIO	137
Efectos de la Terminación	137
Procedimiento para la subsanación en caso de incumplimiento del CONCESIONARIO.....	138
<u>SECCIÓN XVI: SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS.....</u>	<u>139</u>
<u>SECCIÓN XVII: COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS.....</u>	<u>144</u>
Disposiciones Comunes	144
Opiniones Previas	145
De la Función de Supervisión.....	146
De la Función Sancionadora	147
Penalidades Contractuales.....	147
Aporte por Regulación.....	148
Aporte por Supervisión de la Red Básica del Metro de Lima.....	148
<u>SECCIÓN XVIII: MODIFICACIONES AL CONTRATO</u>	<u>148</u>
<u>SECCIÓN XIX: SUSPENSIÓN DE OBLIGACIONES.....</u>	<u>149</u>
Procedimiento para la Declaración de Suspensión	150
Efectos de la Declaración de Suspensión.....	151
<u>SECCION XXI: DOMICILIOS</u>	<u>152</u>
Fijación de Domicilios.....	152
Cambios de domicilio	152
<u>ANEXO 1</u>	<u>154</u>
<u>DECLARACIÓN JURADA DEL SOCIO ESTRATÉGICO.....</u>	<u>154</u>
<u>ANEXO 2.....</u>	<u>157</u>
<u>TESTIMONIO DE LA ESCRITURA PÚBLICA DE CONSTITUCIÓN SOCIAL Y ESTATUTO DEL CONCESIONARIO.....</u>	<u>157</u>
<u>ANEXO 3.....</u>	<u>158</u>
<u>PROPUESTAS DEL ADJUDICATARIO</u>	<u>158</u>



APÉNDICE 1	158
PROPUESTA TÉCNICA	158
ANEXO 3	159
PROPUESTAS DEL ADJUDICATARIO	159
APÉNDICE 2	159
PROPUESTA ECONÓMICA	159
ANEXO 4	160
GARANTÍAS	160
APÉNDICE 1	160
GARANTÍA DE FIEL CUMPLIMIENTO DE CONTRATO DE CONCESIÓN	160
ANEXO 4	162
GARANTÍAS	162
APÉNDICE 2	162
GARANTÍA DE FIEL CUMPLIMIENTO DE OBRAS	162
ANEXO 4	163
GARANTÍAS	163
APÉNDICE 3	163
GARANTÍA DE FIEL CUMPLIMIENTO DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE	163
ANEXO 5	164
RÉGIMEN FINANCIERO	164
APÉNDICE 1	164
PROCEDIMIENTO PARA LA RETRIBUCIÓN DE INVERSIONES OBLIGATORIAS	164
I. PRIMERA ETAPA	164
II. SEGUNDA ETAPA	168
III. Ajustes por Precios de los Avances por Obra	170
IV. Pago por Expropiaciones e Interferencias	172
V. TERCERA ETAPA	173
VI. Tasas de Ingresos y de Interés	174
ANEXO 5	175
RÉGIMEN FINANCIERO	175
APÉNDICE 2	175
PROCEDIMIENTO PARA EL RECONOCIMIENTO DEL CERTIFICADO DE AVANCE DE OBRA (CAO)	175
ANEXO 5	179



RÉGIMEN FINANCIERO	179
APÉNDICE 3	179
FIDEICOMISO DE ADMINISTRACIÓN	179
ANEXO 5	180
RÉGIMEN FINANCIERO	180
APÉNDICE 4	180
HOJA DE TÉRMINOS DEL CONTRATO DE FIDEICOMISO DE ADMINISTRACIÓN	180
ANEXO 5	181
RÉGIMEN FINANCIERO	181
APÉNDICE 5	181
PROCEDIMIENTO PARA EL RPMO	181
ANEXO 5	189
RÉGIMEN FINANCIERO	189
APÉNDICE 6	189
PROCEDIMIENTO PARA EL REEMBOLSO DE INVERSIONES ADICIONALES	189
ANEXO 6	190
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS	190
ANEXO 6	191
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS	191
APÉNDICE 1	191
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA LAS OBRAS CIVILES, EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO	191
ANEXO 6	192
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS	192
APÉNDICE 2	192
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA EL MATERIAL RODANTE	192
ANEXO 6	193
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS	193
APÉNDICE 3	193
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA LA TERCERA ETAPA	193
ANEXO 7	194
NIVELES DE SERVICIO	194
ANEXO 8	195



ÁREA DE LA CONCESIÓN	195
ANEXO 9	196
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SEMI DETALLADO.....	196
ANEXO 10	197
PENALIDADES APLICABLES AL CONTRATO	197
ANEXO 10: PENALIDADES APLICABLES AL CONTRATO.....	197
ANEXO 11	200
MODELO REFERENCIAL DE DECLARACIÓN DEL ACREEDOR PERMITIDO	200
ANEXO 12	201
REQUISITOS MÍNIMOS DEL PERSONAL CLAVE.....	201
ANEXO 13	202
SEGUROS.....	202
ANEXO 14	203
RESPONSABILIDADES Y FUNCIONES DEL ASESOR TÉCNICO EN OPERACIÓN	203



CONTRATO DE CONCESIÓN

Señor Notario:

Sírvase extender en su Registro de Escrituras Públicas una en la que conste el Contrato de Concesión para el diseño, financiamiento, construcción, equipamiento electromecánico, equipamiento de sistema y provisión de material rodante, operación y mantenimiento del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao" (en adelante, el Contrato), que celebran, de una parte, Estado de la República del Perú actuando a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ("MTC"), facultado por el artículo 30°, inciso a) del Decreto Supremo N° 060-96-PCM, con domicilio en Jr. Zorritos 1203, Lima 1, Perú, debidamente representado por con DNI N° debidamente facultado por Resolución Ministerial N° de fecha (en adelante, el CONCEDENTE), y de la otra (...), (en adelante el CONCESIONARIO), con domicilio en (...), provincia y departamento de Lima, Perú, debidamente representado por (...), identificado con (...), con domicilio para estos efectos en (...), provincia y departamento de Lima, Perú, debidamente facultado mediante (...).

SECCION I: ANTECEDENTES Y DEFINICIONES

Antecedentes

- 1.1. Mediante Decreto Supremo N° 001-86-MIPRE, fue creada la Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao – AATE, instrumento que fue elevado a rango de ley, mediante la Ley N° 24565 del 30 de octubre de 1986.
- 1.2. Mediante Decreto Legislativo N° 674, se declaró de interés nacional la Promoción de la Inversión Privada en las Empresas del Estado y se creó la Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI), como ente rector del proceso. Mediante Decreto Legislativo N° 758 se dictaron normas para la promoción de las inversiones privadas en infraestructura de servicios públicos.
- 1.3. Mediante Decreto Legislativo N° 839 del 20 de agosto de 1996, se aprobó la Ley de Promoción de la Inversión Privada en Obras Públicas de Infraestructura y de Servicios Públicos, creándose, como organismo a cargo, la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (PROMCEPRI).
- 1.4. Mediante Decreto Supremo N° 059-96-PCM del 26 de diciembre de 1996, se aprobó el Texto Único Ordenado de las normas con rango de Ley que regulan la entrega en concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos.
- 1.5. Mediante Decreto Supremo N° 060-96-PCM del 27 de diciembre de 1996, se promulgó el Reglamento del Texto Único Ordenado de las normas con rango de ley que regulan la entrega en concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos.
- 1.6. Mediante Ley N° 27111 se transfirió a la COPRI, las funciones, atribuciones y competencias otorgadas a la PROMCEPRI.



- 1.7. Mediante Decreto Supremo N° 027-2002-PCM del 24 de abril de 2002, se dispuso la fusión de la COPRI, la Comisión Nacional de Inversiones y Tecnologías Extranjeras (CONITE) y la Gerencia de Promoción Económica de la Comisión de Promoción del Perú, en la Dirección Ejecutiva FOPRI, la cual pasó a denominarse Agencia de Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSIÓN).
- 1.8. Mediante Decreto Supremo N° 059-2010-MTC, publicado el día 24 de diciembre de 2010, se aprobó la Red Básica del Metro de Lima - Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, la misma que está conformada por cinco (05) Líneas referenciales, entre las cuales se encuentra la Línea 2 que conecta el Este (Ate) y el Oeste (Callao).
- 1.9. Mediante Decreto de Urgencia N° 002-2011, publicado el 21 de enero de 2011 se declaró de necesidad nacional y de ejecución prioritaria en el año 2011, la promoción de la inversión privada en diferentes proyectos, asociaciones público privadas y concesiones; entre ellos, el Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, Línea 2.
- 1.10. Mediante Decreto Supremo N° 032-2011-MTC se dispone que el Proyecto Especial AATE tiene como encargo la proyección, planificación, ejecución y administración de la infraestructura ferroviaria correspondiente a la Red Básica del Metro de Lima - Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, aprobada por Decreto Supremo N° 059-2010-MTC.
- 1.11. Mediante Acuerdo N° 461-2-2012-DE, de fecha 15 de febrero de 2012, el Consejo Directivo de PROINVERSIÓN asignó al Comité PRO INTEGRACIÓN, el Proyecto Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao – Línea 2.
- 1.12. Resolución Ministerial N° 738-2012-MTC/02, publicada el 13 de diciembre de 2012, mediante la cual se modifica el trazo de la Línea 2 de la Red Básica del Metro de Lima – Sistema Eléctrico de transporte Masivo de Lima y Callao.
- 1.13. Mediante Acuerdo de Consejo Directivo de PROINVERSIÓN de fecha 28 de diciembre de 2012, se aprobó el Plan de Promoción así como la ratificación de la incorporación del proyecto.

Este acuerdo fue ratificado mediante Resolución Suprema N° 002-2013-EF, publicada el 10 de enero de 2013.
- 1.14. El 11 y 12 de enero de 2013 se publicaron los avisos de Convocatoria del Concurso de proyectos integrales para la entrega en concesión del Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.
- 1.15. Mediante Resolución Ministerial N° 083-2013-EF/10 de fecha 21 de marzo de 2013, se aprobó el vigente Reglamento de Organización y Funciones de PROINVERSIÓN.
- 1.16. Mediante Resolución Suprema N° 021-2013-EF de fecha 28 de marzo de 2013, se designan y aceptan renunciaciones de miembros de los Comités Especiales de PROINVERSIÓN.



- 1.17. Por Acuerdo del Consejo Directivo de PROINVERSIÓN de fecha ___ de ___ de 2013, se aprobó el Contrato a ser suscrito entre el CONCEDENTE y el CONCESIONARIO.
- 1.18. Con fecha ___ de ___ de 2013, el Comité de PROINVERSIÓN en Proyectos de Infraestructura Vial, infraestructura Ferroviaria e Infraestructura Aeroportuaria – PRO INTEGRACIÓN adjudicó la buena pro del Concurso de Proyectos Integrales para la Concesión del Proyecto, a _____, cuyos integrantes han constituido al CONCESIONARIO, quien ha acreditado el cumplimiento de las condiciones previstas en las Bases para proceder a la suscripción del presente Contrato.
- 1.19. Mediante Resolución Ministerial N° ___ 2013 de fecha ___ de 2013 se autorizó al señor _____, para que en representación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, suscriba el presente contrato.

Definiciones

En este Contrato, los siguientes términos tendrán los significados que a continuación se indican:

AATE

Proyecto Especial denominado Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, entidad creada mediante el Decreto Supremo N° 001-86-MIPRE con rango de ley otorgado mediante Ley N° 24565, y actualmente unidad ejecutora del Ministerio de Transportes y Comunicaciones por efecto del Decreto de Urgencia N° 063-2009. Su organización es establecida por Resolución Ministerial N° 508-2009-MTC/01 y por Decreto Supremo N° 032-2010-MTC y adecuada por Decreto Supremo N° 032-2011-MTC.

Acreeedores Permitidos

El concepto de Acreeedores Permitidos es sólo aplicable para los supuestos de Endeudamiento Garantizado Permitido. Para tales efectos, Acreeedor Permitido será:

- (i) cualquier institución multilateral de crédito de la cual el Estado de la República del Perú sea miembro,
- (ii) cualquier institución o cualquier agencia gubernamental de cualquier país con el cual el Estado de la República del Perú mantenga relaciones diplomáticas,
- (iii) cualquier institución financiera aprobada por el Estado de la República del Perú y designada como Banco Extranjero de Primera Categoría en la Circular N° 007-2013-BCRP, publicada en el Diario Oficial El Peruano el día 06 de febrero de 2013, emitida por el Banco Central de Reserva del Perú, o cualquier otra circular que la modifique, y adicionalmente las que las sustituyan, en el extremo en que incorporen nuevas instituciones,
- (iv) cualquier otra institución financiera internacional aprobada por el CONCEDENTE, que tenga una clasificación de riesgo no menor a la clasificación de la deuda soberana peruana de largo plazo, evaluada por una entidad de reconocido prestigio aceptada por la Superintendencia de Mercado de Valores (SMV)
- (v) cualquier institución financiera nacional aprobada por el CONCEDENTE, clasificada como institución con una calificación de riesgo no menor a "A" por una empresa clasificadora de riesgo nacional debidamente autorizada,
- (vi) todos los inversionistas institucionales así considerados por las normas legales vigentes que adquieran directa o indirectamente cualquier tipo de valor mobiliario



- emitido por el CONCESIONARIO, tales como las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP),
- (vii) cualquier patrimonio fideicometido o sociedad tituladora constituida en el Perú o en el extranjero,
 - (viii) cualquier persona natural o jurídica que adquiera directa o indirectamente cualquier tipo de valor mobiliario emitido por el CONCESIONARIO mediante oferta pública.

Dicho Acreedor Permitido no deberá tener ningún tipo de vinculación con el CONCESIONARIO de conformidad con lo indicado en la Resolución CONASEV N° 090-2005-EF-94.10, modificada por la Resolución CONASEV N° 005-2006-EF/94.10, o norma que la sustituya.

Los Acreedores Permitidos deberán contar con la autorización del CONCEDENTE para acreditar tal condición, cumpliendo con presentar previamente el Anexo 11 ante el CONCEDENTE para su aprobación

Acta de Entrega del Área de la Concesión

Es el documento que elabora el CONCEDENTE por la entrega del Área de la Concesión a efectos que el CONCESIONARIO ejecute las Obras y cumpla con la Provisión de Material Rodante correspondiente.

La entrega del Área de la Concesión podrá realizarse por Tramos. En cada caso se elaborara esta acta.

Dicha acta será suscrita por el CONCEDENTE y el CONCESIONARIO, en su calidad de Partes del contrato de concesión, a la Toma de Posesión del Tramo que corresponda, conforme a lo indicado en la Cláusula 5.16.2. Adicionalmente, el REGULADOR suscribirá dicha acta en ejercicio de su Función Supervisora.

Acta de Aceptación de las Obras

Es el documento suscrito por el CONCEDENTE, y el CONCESIONARIO, en su calidad de Partes, al momento de la culminación satisfactoria de las Obras correspondientes a cada uno de los Tramos, mediante el cual se deja constancia de la fecha de recepción así como la conformidad de las Obras ejecutadas.

Adicionalmente, el REGULADOR suscribirá dicha acta en ejercicio de su función Supervisora.

Acta de Aceptación del Material Rodante

Es el documento suscrito por el CONCEDENTE y el CONCESIONARIO, en su calidad de Partes del contrato de concesión, una vez realizada la provisión satisfactoria del Material Rodante del Tramo que corresponda, mediante el cual se deja constancia de la fecha de recepción así como la conformidad respecto a la Provisión de Material Rodante.

Adicionalmente, el REGULADOR suscribirá dicha acta en ejercicio de su función Supervisora.

Acta de Conformidad de Operación

Es el documento suscrito por el CONCEDENTE y el CONCESIONARIO, en su calidad de Partes del contrato de concesión, una vez culminada la etapa de Puesta en Operación Comercial, mediante el cual se deja constancia de la correcta operación de los Bienes de la Concesión del Tramo correspondiente.



Adicionalmente, el REGULADOR suscribirá dicha acta en ejercicio de su función Supervisora.

Acta de Reversión de los Bienes de la Concesión

Es el documento suscrito por el CONCEDENTE y el CONCESIONARIO, en calidad del Partes del contrato de concesión, mediante el cual se deja constancia de la entrega a favor del CONCEDENTE de los Bienes de la Concesión una vez producida i) la Caducidad de la Concesión o ii) la Reversión del Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta.

Adicionalmente, el REGULADOR suscribirá dicha acta en ejercicio de su función Supervisora.

Adjudicatario

Es el postor favorecido con la adjudicación de la buena pro del Concurso.

Agencia de Promoción de la Inversión Privada – PROINVERSIÓN

Es el organismo público ejecutor adscrito al sector Economía y Finanzas, con personería jurídica, autonomía técnica, funcional, administrativa, económica y financiera a que se refiere la Ley N° 28660 y el Decreto Supremo N° 034-2008-PCM, el Reglamento de Organización y Funciones de PROINVERSIÓN aprobado mediante Resolución Ministerial N° 083-2013-EF/10, facultado, entre otras funciones, de promover la inversión privada en obras públicas de infraestructura y de servicios públicos, así como en activos, proyectos y empresas del Estado y demás actividades estatales, con arreglo a la legislación de la materia.

Año Calendario

Significa el periodo de doce meses comprendido entre el 1ro. de enero y el 31 de diciembre, ambas fechas inclusive.

Año (s) de la Concesión

Cada periodo de doce (12) meses, del 1 de enero al 31 de diciembre, con excepción del primer Año de la Concesión, el mismo que comenzará en la Fecha de Cierre y terminará el 31 de diciembre del mismo año.

El último Año de la Concesión comenzará el 1 de enero y terminará en la fecha en que ocurra el aniversario correspondiente a la Fecha de Cierre.

El número de Años de Concesión deberá corresponder al total de Años de Concesión, sumadas las prórrogas que le hayan sido otorgadas, de ser el caso.

Área de la Concesión

Es la franja de territorio de dominio público y terrenos, cuyos componentes se encuentran establecidos en el Anexo 8, que serán entregadas por Tramos al CONCESIONARIO por el CONCEDENTE para la ejecución de las Inversiones Obligatorias y la consecuente Explotación por efectos de la Concesión.

Asesor Técnico en Operación

Es la Persona que asistirá técnicamente al CONCESIONARIO en la organización, operación y mantenimiento de la concesión y que acredite los requisitos y experiencia solicitados en las Bases para el Operador, participando en la Concesión a través de la suscripción del Contrato de Asistencia Técnica para la Operación, todo ello en caso corresponda.



Autoridad Ambiental Competente

Es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Asuntos Socio Ambientales o la autoridad ambiental gubernamental, que de acuerdo a las Leyes y Disposiciones Aplicables ejerza competencia en dicho ámbito.

Autoridad Gubernamental

Es cualquier gobierno o autoridad nacional, regional, departamental, provincial o municipal, o cualquiera de sus dependencias o agencias, regulatorias o administrativas, o cualquier entidad u organismo del Perú que conforme a ley ejerza poderes ejecutivos, legislativos o judiciales, o que pertenezca a cualquiera de los gobiernos, autoridades o instituciones anteriormente citadas, con competencia sobre las personas o materias en cuestión.

Avance de Obra

Es el progreso registrado en la ejecución de las Obras y que es reconocido mediante el Certificado de Avance de Obra (CAO) correspondiente.

Bases

Es el documento, incluidos sus formularios, anexos, apéndices y circulares, emitido por el Comité de PROINVERSIÓN en Proyectos de Infraestructura Vial, Infraestructura Ferroviaria e Infraestructura Aeroportuaria – PRO INTEGRACIÓN, que fija los términos bajo los cuales se desarrolló el Concurso.

Bienes de la Concesión

Son: i) el Área de la Concesión; ii) las Obras; iii) el Material Rodante y iv) cualquier otro bien que se haya integrado a las Inversiones Obligatorias y no pueda ser separado sin afectar el adecuado funcionamiento de las mismas. Dichos bienes serán revertidos al CONCEDENTE a la Caducidad de la Concesión, con excepción de lo dispuesto para el Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de acuerdo a lo señalado en las Cláusulas 5.42 a 5.43 del presente Contrato.

Los Bienes de la Concesión no incluyen los bienes destinados a la prestación de los Servicios Complementarios, a excepción, en este último caso, de las construcciones que no puedan ser removidas sin causar daño a los Bienes de la Concesión o que resulten indispensables para la continuidad del Servicio o que requieran de los Bienes de la Concesión para su explotación.

Bienes del CONCESIONARIO

Son todos los bienes destinados a la ejecución del Contrato, distintos a los Bienes de la Concesión, que son de propiedad del CONCESIONARIO y están sometidos a las reglas establecidas en el Contrato y/o en las Leyes y Disposiciones Aplicables. Al término de la Concesión y/o una vez solicitada la reversión del Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta, estos bienes podrán ser adquiridos por el CONCEDENTE de acuerdo a las Cláusulas 5.44 a 5.52 del Contrato.

Bono(s) Soberano(s)

Es el instrumento de deuda soberana peruana en Nuevos Soles, denominado _____, cuyo cupón asciende a _____% anual.

Buenas Prácticas de Ingeniería y Construcción

Significa el ejercicio de un grado de conocimientos, habilidad, diligencia y prudencia que corresponden a expertos en ingeniería y construcción, capaces y experimentados, dedicados a realizar proyectos similares al proyecto materia de este Contrato, aplicando



los estándares aceptados a nivel nacional e internacional en la construcción, equipamiento y operación.

Caducidad de la Concesión o Caducidad

Consiste en la extinción de la Concesión, por las causales previstas en este Contrato o en las Leyes y Disposiciones Aplicables.

Certificado de Avance de Obra (CAO)

Se refiere a los documentos valorados que emitirá el CONCEDENTE, los cuales representan una promesa de pago por concepto de las inversiones realizadas bajo el Sistema de Retribución por Inversiones. El CONCESIONARIO podrá en cualquier momento vender los CAO a terceros interesados. Las características financieras y legales de dichos certificados se presentan en el Anexo 5.

Capacidad Instalada

Es un concepto que mide la capacidad teórica de transporte del sistema de metro, en función del número de trenes disponibles, la frecuencia de los recorridos y la cantidad de usuarios por tren.

Capacidad de transporte

Es el número de pasajeros por hora que el CONCESIONARIO puede transportar efectivamente en la línea durante las horas punta, la cual no debe ser menor que la demanda de viajes real de pasajeros.

Capacidad de Transporte Ofertada

Es la capacidad efectiva de pasajeros del conjunto de los coches nuevos que el Adjudicatario ofreció suministrar en el Concurso. Esta capacidad se mide estáticamente, con una densidad de seis (06) pasajeros por metro cuadrado.

Comité

Es el Comité de PROINVERSIÓN en Proyectos de Infraestructura Vial, Infraestructura Ferroviaria e Infraestructura Aeroportuaria – PRO INTEGRACIÓN, constituido mediante la Resolución Suprema N° 036-2009-EF, encargado de la ejecución y desarrollo del presente Concurso. La designación vigente de los miembros permanentes del Comité se ha efectuado mediante Resolución Suprema N° 021-2013-EF.

Comité de Recepción

Es el comité designado por el CONCEDENTE y que actuará en su representación para la aceptación de las Inversiones Obligatorias, interviniendo en la suscripción de las actas correspondientes.

CONCEDENTE

Es el Estado de la República del Perú, que actúa representado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Concesión

Es la relación jurídica de Derecho Público que se establece entre el CONCEDENTE y el CONCESIONARIO a partir de la Fecha de Cierre, mediante la cual el CONCEDENTE otorga al CONCESIONARIO el derecho al Aprovechamiento Económico de los Bienes de la Concesión durante el plazo de vigencia de la misma. El CONCESIONARIO se hace responsable por el diseño, financiamiento, construcción, equipamiento electromecánico, equipamiento de sistema y provisión de material rodante, operación y mantenimiento del



Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao".

CONCESIONARIO

Es la persona jurídica constituida por el Adjudicatario, que se encargará del diseño, financiamiento, construcción, equipamiento electromecánico, equipamiento de sistema y provisión de material rodante, operación y mantenimiento del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", y que suscribe el presente Contrato.

Concurso

Es el proceso regulado por las Bases para la entrega en Concesión al sector privado del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", conducido por PROINVERSIÓN y respecto del cual se adjudicó la buena pro al Adjudicatario.

Conservación

Es el conjunto de actividades efectuadas a partir de la Toma de Posesión, con el objeto de preservar, recuperar o alargar la vida de los Bienes de la Concesión de modo que el CONCESIONARIO pueda dar cumplimiento a los Niveles de Servicio establecidos en el presente Contrato. La Conservación incluye el mantenimiento de todos los Bienes de la Concesión.

Consortio

Es la agrupación de dos o más Personas que carece de personería jurídica independiente a la de sus miembros, que ha sido conformada con la finalidad de participar como Postor en el Concurso. Esta definición también es aplicable para el caso del Constructor.

Constructor

Es la Persona o Personas que han acreditado la capacidad técnica correspondiente al diseño y la ejecución de las Obras de acuerdo a lo establecido en las Bases.

Asimismo, el Constructor participará en la Concesión a través de la suscripción de un Contrato de Construcción.

Contrato de Asistencia Técnica para la Operación

En caso corresponda será el documento vinculante celebrado entre el CONCESIONARIO y el Asesor Técnico en Operación para que éste último, lo asista y participe en la organización, operación y mantenimiento de la Concesión, conforme a lo establecido en la Sección VIII del presente Contrato. La celebración de este contrato no limitará las responsabilidades del Concesionario.

Contrato o Contrato de Concesión

Es el presente documento, incluye sus Anexos y Apéndices, celebrado entre el CONCEDENTE y el CONCESIONARIO, que regirá las relaciones entre las Partes durante la vigencia de la Concesión.

Contrato de Construcción

Es el documento que será celebrado entre el CONCESIONARIO y el Constructor para que éste último se haga cargo, por cuenta del CONCESIONARIO, del diseño y la ejecución de las Obras Civiles, Equipamiento de Sistema y del Equipamiento Electromecánico así como aquellas otras actividades relacionadas con la Integración que

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"



el CONCESIONARIO juzgue necesarias. La celebración del Contrato de Construcción no limitará las responsabilidades del CONCESIONARIO.

Contrato de Provisión de Equipamiento de Sistema

Es el contrato que será celebrado entre el Constructor y el Proveedor de Equipamiento de Sistema, el mismo que rige las relaciones entre las partes.

Contrato de Operación

En caso corresponda, será el documento vinculante que será celebrado entre el CONCESIONARIO y el Operador para que este último, por cuenta del CONCESIONARIO, se haga cargo de la organización, operación y mantenimiento de la Concesión, conforme a lo establecido en la Sección VIII del presente Contrato. La celebración de este contrato no limitará las responsabilidades del Concesionario.

Contrato de Provisión de Material Rodante

Es el documento vinculante que será celebrado entre el CONCESIONARIO y el Proveedor de Material Rodante para que este último se haga cargo de la provisión, montaje, pruebas y puesta en marcha del Material Rodante de la Concesión, conforme a lo establecido en la Sección XIV del Contrato de Concesión. La celebración de este contrato no limitará las responsabilidades del Concesionario.

Control Efectivo

Se entiende que una persona natural o jurídica ostenta o está sujeta a Control Efectivo de otra persona jurídica en los casos previstos en la Resolución CONASEV N° 090-2005-EF-94.10 modificada por la Resolución CONASEV N° 005-2006-EF/94.10 y por la Resolución CONASEV N° 016-2007-EF/94.10 o norma que la modifique o sustituya.

Costo Efectivo de la Deuda

Es la tasa interna de retorno que iguala el importe neto de financiamiento recibido por el CONCESIONARIO, con el valor presente de los pagos a efectuar con la cancelación de la acreencia.

Costos Totales del Servicio

Son los costos de Inversión Total y de Operación y Mantenimiento en los que incurre el CONCESIONARIO durante el Plazo de la Concesión.

Cronograma Detallado

Es uno de los documentos que conforman el EDI, donde consta la programación mensual valorizada de la ejecución de las Inversiones Obligatorias, así como la ruta crítica del cumplimiento de las mismas, el cual deberá presentarse conforme a lo señalado en la Cláusula 6.7 del Contrato. Este cronograma deberá contener los Hitos a ser ejecutados por el CONCESIONARIO, contando con la opinión previa del Regulador.

Día

Son los días hábiles, es decir, que no sean sábado, domingo o feriado no laborable, en la ciudad de Lima. También se entienden como feriados los días que no sean laborables para el sector público y los días en que los bancos en la ciudad de Lima no se encuentran obligados a atender al público por disposición de la Autoridad Gubernamental.

Día Calendario

Son los días hábiles, no hábiles y feriados.

Dólar o US\$

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"



Es la moneda o el signo monetario de curso legal en los Estados Unidos de América.

Empresas Afiliadas

Una empresa será considerada afiliada a otra empresa cuando el Control Efectivo de tales empresas lo ejerza una misma Empresa Matriz.

Empresa Bancaria

Son aquellas empresas así definidas conforme a la Ley N° 26702, Ley General del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros, a que se refiere las Bases.

Empresa Matriz

Es aquella empresa que posee el Control Efectivo de otra. También está considerada en esta definición aquella empresa que posee el Control Efectivo de una Empresa Matriz, tal como ésta ha sido definida, y así sucesivamente.

Empresa Subsidiaria

Es aquella empresa cuyo Control Efectivo es ejercido por otra empresa.

Empresa Vinculada

Es cualquier Empresa Afiliada, Subsidiaria o Matriz entre sí..

Endeudamiento Garantizado Permitido

Consiste en el endeudamiento por concepto de operaciones de financiamiento o crédito, emisión de valores mobiliarios y/o préstamo de dinero de cualquier Acreedor Permitido bajo cualquier modalidad, cuyos fondos serán destinados al cumplimiento del objeto de este Contrato, incluyendo cualquier renovación, reprogramación o refinanciamiento de tal endeudamiento, conforme a lo previsto en la Cláusula 11.4.

Equipamientos

Se encuentra referido, de manera conjunta, al Equipamiento Electromecánico o Instalaciones no Ferroviarias y al Equipamiento de Sistema o Instalaciones Ferroviarias.

Equipamiento Electromecánico o Instalaciones no Ferroviarias

Está conformado por el conjunto de instalaciones mecánicas (ventilación, climatización, extracción de humos contra incendios, sistema hídrico sanitario, ascensores y escaleras mecánicas) e instalaciones eléctricas (detección de incendios, instalaciones eléctricas y de iluminación, antirrobo), en las estaciones como en la galería de línea, así como en el resto de instalaciones no ferroviarias.

Equipamiento de Sistema o Instalaciones Ferroviarias

Es el conjunto del sistema ferroviario, superestructura ferroviaria, sistema de alimentación eléctrica, sistema de automatización y señalización, sistema de telecomunicaciones, sistema de mando centralizado de automatización y control, sistema de control de pasajeros y sistema de puertas en andén.

Error de Diseño

Es el error intelectual originado en el(los) EDI(s). Entendiéndose por diseño al conjunto de operaciones intelectuales que, en función del objetivo perseguido, conducen a la definición: i) del conjunto y de las partes de las Obras y el Material Rodante que responden a este objetivo, así como de las obras auxiliares o provisionales necesarias para su realización, ii) de los métodos de ejecución de las obras.



Especificaciones Técnicas Básicas

Son los requerimientos técnicos mínimos necesarios para realizar las Inversiones Obligatorias formulados en base al Estudio de Preinversión, que deberán ser cumplidos por el CONCESIONARIO los cuales constan en el Anexo 6.

Especificaciones Técnicas Socio Ambientales

Es el conjunto de técnicas, procedimientos y buenas prácticas establecidas en las Leyes y Disposiciones Aplicables, relacionadas con los requisitos exigidos en materia de protección y conservación del medio ambiente, aplicables en todas las etapas de la Concesión.

Estado

Es el Estado de la República del Perú.

Estudio de Factibilidad Revisado (EFR)

Se refiere al primer conjunto de documentos técnicos y económicos que el CONCESIONARIO deberá presentar al CONCEDENTE. Dicho estudio constituirá una versión revisada y mejorada del Estudio de Factibilidad entregado a los postores por el Concedente en la etapa de concurso.

Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

Es el estudio que como Anexo 9 forma parte del Contrato, que tiene como objetivo identificar, predecir, interpretar, valorar y comunicar los impactos ambientales y sociales que la ejecución de las Obras, Provisión de Material Rodante y la Explotación, podrían ocasionar en los diversos componentes del ambiente, calidad de vida, patrimonio cultural y arqueológico en las zonas de influencia de la Concesión (zonas establecidas por los requerimientos de impacto ambiental), así como el impacto de los mismos sobre la Concesión; además propone las medidas correctivas más apropiadas para evitar que la ocurrencia de impactos ambientales perjudique la salud y bienestar de las personas.

El EIA del Proyecto fue aprobado por la Autoridad Ambiental Competente, mediante RD N°-MTC-2013/16.

Estudio(s) de Preinversión

Son las evaluaciones ex ante de un proyecto de inversión pública. Comprenden los Estudios de Preinversión a nivel de Perfil y de Factibilidad del Proyecto, declarado viable conforme a los requisitos establecidos en el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), mediante Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 que aprueba la Directiva General del SNIP o norma posterior que la modifique o derogue.

Estudios Definitivos de Ingenierías (EDIs)

Son los estudios de ingeniería de detalle que desarrollará el CONCESIONARIO para i) las Obras y ii) Material Rodante, respectivamente, previo al inicio de la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias, y se podrá elaborar por Tramos.

Los EDIs deberán ser presentados conforme al Plan de Desarrollo de EDI aprobado, dentro de los plazos estipulados en el presente Contrato y ser consistentes con las Especificaciones Técnicas Básicas así como con la Propuesta Técnica presentada por el CONCESIONARIO.

Los EDIs incluirán estudios, memoria descriptiva, diseño, especificaciones técnicas detalladas, planilla de metrados, Cronograma Detallado, diagrama PERT-CPM que muestre la ruta crítica de la ejecución de las Inversiones Obligatorias, planos del proyecto y planos de replanteo. Los EDIs también incluirán un presupuesto detallado por partidas, análisis de precios unitarios, cantidades y costos de insumos requeridos.



Para el caso del EDI de Obras, será obligación del CONCESIONARIO verificar el estado de la topografía disponible y en función de ello asumirá su posible actualización, asimismo, deberá desarrollar investigaciones geológicas y geotécnicas (sondeos, perforaciones, geofísica, ensayos de laboratorio, etc.).

Evento Geológico:

Es la ocurrencia de una situación geológica concreta y extraordinaria que afecte significativamente, en términos de plazos y/o costos, los procesos constructivos de las Obras.

Explotación

Es la prestación del Servicio por parte del CONCESIONARIO, la misma que se inicia con la Puesta en Operación Comercial del Tramo 1. El CONCESIONARIO cobrará a los Usuarios del Servicio una tarifa, la misma que será depositada en la cuenta correspondiente del Fideicomiso una vez concluida la Puesta en Operación Comercial del Tramo correspondiente, esto es suscrita el Acta de Conformidad de Operación. La Explotación comprende la Operación y Mantenimiento de los Bienes de la Concesión, incluye también la prestación de los Servicios Complementarios y el cobro correspondiente por dichos servicios, de acuerdo a lo establecido en el presente Contrato y en las Leyes y Disposiciones Aplicables.

La recaudación la realizará el CONCESIONARIO a cuenta del CONCEDENTE, por lo que no se considera como ingreso del CONCESIONARIO.

Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias

Es el periodo en el cual el CONCESIONARIO debe realizar los trabajos de ejecución de Inversiones Obligatorias de los Tramos, cumpliendo con los requerimientos establecidos en el presente Contrato hasta la fecha del Acta de Conformidad de Operación correspondiente al último Tramo de la Segunda Etapa o de la Tercera Etapa en caso corresponda.

Fecha de Cierre

Es el día, lugar y hora en que se cumplen las condiciones establecidas en la Sección III del Contrato, y que es fijada conforme a lo especificado en el Numeral 10.2 de las Bases.

Fecha de Inicio de Explotación

Es el día a partir del cual el CONCESIONARIO inicia la Explotación de la Concesión, conforme a lo señalado en la Cláusula 8.1 del Contrato.

Fideicomiso de Administración o Fideicomiso

Es el fondo constituido por el CONCESIONARIO, cuyo patrimonio fideicometido estará conformado, entre otros recursos, por los recursos provenientes de la prestación del Servicio y el Cofinanciamiento, respectivamente, que tendrá como objeto la administración de estos recursos para garantizar el adecuado y oportuno cumplimiento de las obligaciones derivadas del presente Contrato. Se regula conforme a lo establecido en la Cláusula 9.14. El contrato de fideicomiso correspondiente será celebrado entre el CONCESIONARIO, el CONCEDENTE y una empresa autorizada a desempeñarse como fiduciaria conforme a las Leyes y Disposiciones Aplicables.

Fiduciario

Es la entidad encargada de administrar el Fideicomiso de Administración.

Fuerza Mayor o caso fortuito

Es aquella situación regulada en la Sección XIX.



Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras

Es la carta fianza bancaria que deberá presentar el Concesionario a más tardar a los dos (2) meses posteriores a la aprobación del primer EDI de Obras y deberá permanecer vigente hasta seis (06) meses adicionales a la aceptación y culminación de la totalidad de las Obras a favor del Concedente, para garantizar la correcta ejecución de las Obras, de acuerdo a lo señalado en el Contrato de Concesión conforme al modelo que se acompaña como Apéndice N° 2 del Anexo N° 4.

Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión

Es la carta fianza bancaria otorgada a favor del Concedente, que deberá presentar el Concesionario en la Fecha de Cierre para garantizar el cumplimiento de todas las obligaciones contractuales entre ellas, la elaboración de los EDI, la explotación, operación, mantenimiento de la Concesión, así como las penalidades establecidas en el Contrato de Concesión y los Errores de Diseño que se evidencien durante el Plazo de Concesión, conforme al modelo que se acompaña como Apéndice N° 1 del Anexo N° 4, con excepción de las Inversiones Obligatorias.

Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante

Es la carta fianza bancaria que deberá presentar y mantener vigente el Concesionario, conforme a la Cláusula 11.3, a fin de garantizar la correcta Provisión de Material Rodante, de acuerdo al modelo que se acompaña como Apéndice N° 3 del Anexo N° 4.

Grupo Económico

Es el conjunto de personas jurídicas, cualquiera sea su actividad u objeto social, que están sujetas al control de una misma persona natural o de un mismo conjunto de personas naturales, conforme a las definiciones contenidas en la Resolución de CONASEV N° 090-2005-EF-94.10, o norma que la modifique o sustituya.

Hito

Es la sumatoria de los Avances de Obra que deberá proponer el CONCESIONARIO como parte de su Estudio Definitivo de Ingeniería, de conformidad con lo establecido en el Anexo 5 del presente Contrato. El avance porcentual será verificado por el Regulador, de acuerdo a las condiciones de las Cláusulas 6.8 al 6.18.

Hito de Obra

Es un conjunto de actividades o sub-partidas del presupuesto general, que han sido agrupadas con el fin de controlar su ejecución y facilitar los pagos al CONCESIONARIO por conceptos de Obras. El CONCESIONARIO propondrá la cantidad, la secuencia y la composición de los Hitos de Obra en el EFR. Cada Hito de Obra deberá tener una duración mínima de un trimestre.

Hito de Provisión de Material Rodante

Es un conjunto de sub-partidas del presupuesto general que han sido agrupadas con el fin de controlar su provisión y facilitar los pagos al CONCESIONARIO por conceptos de Material Rodante. El CONCESIONARIO propondrá la cantidad, la secuencia y la composición de los Hitos de Provisión de Material Rodante en el EFR.

Informes de Avance de Inversiones Obligatorias

Son los informes que deberá elaborar el CONCESIONARIO, conforme al procedimiento indicado en el Anexo 6 del presente Contrato y a las disposiciones que para tal efecto establezca el Regulador en sus reglamentos y, mediante el cual dejará constancia de las Obras ejecutadas, Material Rodante adquirido y el monto invertido. Deberá resumir el avance de las Obras, incluyendo una descripción de los trabajos, suministros, Equipamiento Electromecánico, Equipamiento de Sistema, Provisión de Material



Rodante, u otros realizados en el mes calendario vencido y su comparación con el Cronograma Detallado. Asimismo, deberá contener los resultados obtenidos de los controles de calidad efectuados respecto de las Obras ejecutadas y estará sujeto a la aprobación del Regulador.

Ingresos del Concesionario

Son los Ingresos Complementarios, Ingresos por PPO, RPMO y RPI.

Ingresos Complementarios

Son aquellos ingresos del CONCESIONARIO que no corresponden a la prestación de Servicios Obligatorios y que provienen de la prestación de Servicios Complementarios de conformidad a lo establecido en las Cláusulas 8.27 y siguientes del presente Contrato.

Ingresos Opcionales

Son aquellos ingresos del CONCESIONARIO que corresponden a la prestación de Servicios Opcionales de conformidad a lo establecido en la Cláusula 8.30 del presente Contrato.

Ingresos por Inversiones Obligatorias

Son los ingresos obtenidos por el CONCESIONARIO por la ejecución de las Inversiones Obligatorias.

Integración

Es la obligación que tendrá el CONCESIONARIO de diseñar, administrar, supervisar, controlar, probar y poner en marcha las Obras y el Material Rodante, eficientemente, para su posterior Explotación y Conservación.

Interventor

Es la Persona que nombrará el Regulador debidamente capacitada y con experiencia en la operación de infraestructura de transporte ferroviario urbano, conforme a la Cláusula 15.30.

Inversión Referencial en Material Rodante Financiada por el Concesionario

Este concepto se refiere al monto del financiamiento privado incluido por el CONCESIONARIO en su Propuesta Técnica en la etapa de concurso, a ser aplicado en inversiones en Material Rodante de la Segunda Etapa.

Inversión Referencial en Obras Financiada por el Concesionario

Este concepto se refiere al monto del financiamiento privado por el postor en la etapa de concurso, a ser aplicado en inversiones en Obras.

Inversiones Adicionales

Son las Obras y Material Rodante cuya ejecución o provisión puede ser decidida durante el período de Concesión por el CONCEDENTE, con opinión previa del Regulador, por considerarlas convenientes para el cumplimiento del objeto de la Concesión, que no se encuentran contempladas en el Proyecto Referencial.

Inversiones Obligatorias

Comprenden la elaboración de los EDI, la ejecución de las Obras y la Provisión de Material Rodante, a cargo del CONCESIONARIO en los términos previstos en este Contrato así como las Inversiones de la Tercera Etapa.

Inversiones Opcionales

Son aquellas inversiones que sin ser indispensables para la operatividad de la Concesión y no encontrándose contemplados en las Especificaciones Técnicas Básicas el Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"



CONCESIONARIO podrá realizar con la finalidad de prestar Servicios Opcionales demandados por los Usuarios, para lo cual deberá contar previamente con la aprobación del CONCEDENTE y con la opinión del Regulador. En tal sentido, será de aplicación para ellas las disposiciones contenidas en la Sección VI del presente Contrato.

Las Inversiones Opcionales no podrán realizarse sobre los bienes producto de las Inversiones Obligatorias ni de las Inversiones Adicionales. Los bienes inmuebles que se generen por las Inversiones Opcionales serán considerados como Bienes del CONCESIONARIO, sin embargo perderán esa condición una vez producida la Caducidad de la Concesión, momento en el cual éstos adquirirán la condición de Bienes de la Concesión y deberán ser revertidos al CONCEDENTE.

Las Inversiones Opcionales así como su mantenimiento y Conservación serán realizadas a cuenta y riesgo del CONCESIONARIO, sin derecho a reembolso alguno, en tal sentido, por este concepto no corresponde el reconocimiento de PPO ni RPMO alguno.

Los ingresos generados por las Inversiones Opcionales no serán considerados para la determinación del cofinanciamiento.

Inversiones de la Tercera Etapa

Comprenden la elaboración de los EDI para la Provisión de Material Rodante y las actualizaciones que resulten necesarias para el Proyecto, a cargo del CONCESIONARIO, requeridas por el incremento de demanda conforme al Proyecto Referencial, las mismas que deberán ser ejecutadas conforme a las condiciones establecidas en el Apéndice 3 del Anexo 6 del presente Contrato.

Leyes y Disposiciones Aplicables

Es el conjunto de disposiciones legales que regulan y/o afectan directa o indirectamente el Contrato de Concesión. Incluyen la Constitución Política del Perú, las leyes, las normas con rango de ley, los decretos supremos, los reglamentos, directivas y resoluciones, así como cualquier otra que conforme al ordenamiento jurídico de la República del Perú, resulte aplicable, las que serán de observancia obligatoria para el presente Contrato y que comprenden a las Normas Regulatorias.

Libor (London Interbank Offered Rate)

Es la tasa London Interbank Offered Rate a seis (6) meses informada por Reuters a la hora de cierre en Londres.

Línea 2

Es una de las líneas de la Red Básica del Metro de Lima – Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, cuyo trazo preliminar se encuentra contemplado en el Artículo 1° Decreto Supremo N° 059-2010-MTC, modificado por Resolución Ministerial 738-2012-MTC-02 publicada en el Diario Oficial El Peruano con fecha 13 de diciembre de 2012.

Línea 4

Es una de las líneas de la Red Básica del Metro de Lima – Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, cuyo trazo preliminar se encuentra contemplado en el Artículo 1° Decreto Supremo N° 059-2010-MTC.

Mantenimiento

Comprende las actividades preventivas (rutinarias o periódicas), así como las correctivas como las reparaciones por emergencia destinadas a dar cumplimiento a los Niveles de Servicio mínimos establecidos en el presente Contrato.



Material Rodante

Son los coches nuevos adquiridos por el CONCESIONARIO que conforman unidades de trenes y que sirven para transportar a los pasajeros. También comprende los repuestos de los trenes, previstos o derivados de las Especificaciones Técnicas Básicas.

MEF

Es el Ministerio de Economía y Finanzas del Estado de la República del Perú.

MTC

Es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Estado de la República del Perú.

Normas Regulatorias

Son los reglamentos, directivas y resoluciones que conforme a su ley de creación y normas complementarias puede dictar el Regulador y cuyo cumplimiento es de carácter obligatorio de conformidad con sus competencias.

Niveles de Servicio

Son aquellos indicadores mínimos de calidad de servicio que el CONCESIONARIO debe lograr y mantener durante la Explotación, según se especifica en el Anexo 7 del Contrato.

Nuevo Sol o S/.

Es la moneda o el signo monetario de curso legal en el Perú.

Obras

Son las Obras Civiles, Equipamiento de Sistema y el Equipamiento Electromecánico, de conformidad a lo establecido en el Contrato.

Obras Civiles

Son las obras de construcción de infraestructura, tales como túneles, estaciones, patios taller, instalaciones auxiliares, entre otros, previstas o derivadas de las Especificaciones Técnicas Básicas, así como todos aquellos que sean previstos como tal en el Estudio Definitivo de Ingeniería aprobado, que se construya o implemente para el cumplimiento de las obligaciones del CONCESIONARIO, de acuerdo al Contrato.

Operador

Es la Persona que acredita la experiencia técnica en operación de acuerdo a lo establecido en las Bases del concurso; asimismo, el Operador participará en la Concesión a través de la suscripción de un Contrato de Operación, todo ello en caso corresponda.

Pago por Obras (PPO)

Es el pago que tiene por finalidad retribuir el monto de la Inversión Obligatoria de la Primera Etapa en que incurre el CONCESIONARIO hasta el reconocimiento de cada Avance de Obra, de acuerdo a los términos y condiciones establecidos en el Contrato, de conformidad a lo establecido en el Anexo 5.

Parte

Es, según sea el caso, el CONCEDENTE o el CONCESIONARIO.

Partes

Son, conjuntamente, el CONCEDENTE y el CONCESIONARIO.



Participación Mínima

Es la participación accionaria equivalente al 25% del capital social del CONCESIONARIO que el Socio Estratégico deberá tener y mantener como mínimo en el CONCESIONARIO.

Partidas

Para los efectos de este Contrato, se entenderá como tal, al nombre genérico que agrupa de manera sistemática a las actividades clasificadas como Subpartidas según se indica en el presupuesto del estudio de factibilidad.

Pasivo Ambiental

Es una obligación, una deuda derivada de la restauración, mitigación o compensación por un daño ambiental o impacto no mitigado. Este pasivo es considerado cuando afecta de manera perceptible y cuantificable elementos ambientales naturales (físicos y bióticos) y humanos, es decir, la salud, la calidad de vida e incluso bienes públicos (infraestructura) como parques y sitios arqueológicos.

Persona

Es cualquier persona jurídica, nacional o extranjera, que pueda realizar actos jurídicos y asumir obligaciones en el Perú.

Plan de Conservación

Es el documento en el que se consigna el conjunto de acciones, medidas y otras actividades de previsión o corrección necesarias para asegurar la integridad física y operativa de los Bienes de la Concesión, así como reducir, neutralizar o superar los daños que pudieran afectarlos, teniendo como fin principal evitar el menoscabo del valor residual y el logro de la mayor vida útil de tales bienes.

Plan de Desarrollo de EDI

Es el conjunto de actividades necesarias, organizadas con el fin de obtener el Estudio Definitivo de Ingeniería bajo los estándares solicitados, en plazos y condiciones óptimas, conforme a lo establecido en las Especificaciones Técnicas Básicas.

Plan de Provisión de Material Rodante (EDI de MR)

Se refiere al conjunto de documentos técnicos y económicos de alto nivel de detalle y precisión que deberá elaborar el CONCESIONARIO, previo a la adquisición del Material Rodante. Dicho plan deberá especificar las fechas de entrega por cada Hito de Provisión de Material Rodante.

Plazo de la Concesión

Es el período comprendido entre la Fecha de Cierre y la Caducidad de la Concesión.

Presupuesto Base de Interferencias

Se refiere al monto de la inversión en Interferencias de la Primera y la Segunda Etapa estimado en el Estudio de Factibilidad, el cual todos los postores deberán considerar como parte de su oferta, conforme a lo establecido en las Especificaciones Técnicas Básicas.

Presupuesto Referencial

Es el monto referencial declarado viable por el SNIP, necesario para el diseño, construcción, e Integración de las Inversiones Obligatorias que asciende a y 00/100 Dólares (US\$). Este monto no incluye el IGV.

El Presupuesto Referencial desagregado asciende a:

- Diseño..... y 00/100 Dólares (US\$).



- Expropiaciones y 00/100 Dólares (US\$).
- Interferencias y 00/100 Dólares (US\$).
- Obras y 00/100 Dólares (US\$).
- Material Rodante y 00/100 Dólares (US\$).

Presupuesto Referencial de Avance de Obra

Se refiere a las valorizaciones propuestas por el CONCESIONARIO a los avances trimestrales para cada Hito de Obra.

Presupuesto de Material Rodante

Corresponde al importe de la inversión en Material Rodante que considera el CONCESIONARIO a efectos de determinar el PPO y RPI de Material Rodante para la Primera y la Segunda Etapa.

Presupuesto de Obra

Corresponde al importe de la inversión en Obras que considera el CONCESIONARIO a efectos de determinar sus importes del PPO y RPI de Obras para la Primera y la Segunda Etapa.

Presupuesto Referencial Total por Hito de Obra

Se refiere al presupuesto de inversión en Obras del proyecto, agrupado en Hitos de Obra. El monto total de dicho presupuesto deberá ser igual al Presupuesto Referencial de Obra.

Presupuesto Referencial Total por Hito de Provisión de Material Rodante

Se refiere al presupuesto de inversión en Material Rodante del proyecto, agrupado en Hitos de Provisión de Material Rodante. El monto total de dicho presupuesto deberá ser igual al Presupuesto Referencial de Material Rodante.

Presupuesto de Inversión

Es el monto sustentado por el Adjudicatario, equivalente y 00/100 Dólares (US\$). incluido el IGV (PPO – Primera Etapa), más cuotas anuales de RPI de y 00/100 Dólares (US\$). más IGV (Segunda Etapa) y demás pagos a ser reconocidos al CONCESIONARIO de acuerdo al Contrato de Concesión, para la ejecución de las Inversiones Obligatorias.

En la estructura del Presupuesto de Inversión se consideran, entre otros, los costos directos e indirectos, los costos de la Supervisión, estudios, seguros e intereses, de ser el caso, de las Inversiones Obligatorias.

Primera Etapa

Corresponde a las Inversiones Obligatorias que serán ejecutadas por el CONCESIONARIO en el Tramo 1A y Tramo 1B hasta su Puesta en Operación Comercial.

Programa de Manejo Ambiental

Es el documento que forma parte del EIA y que establece, de manera detallada, las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales negativos que se causen por el desarrollo del Proyecto, obra o actividad relacionada. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.

Propuesta Técnica

Es aquella propuesta presentada por el Adjudicatario en el Sobre N° 2 en la etapa de Concurso, elaborada sobre la base de la información contenida en el Proyecto Referencial, y mediante la cual se compromete a cumplir con las Especificaciones



Técnicas Básicas y los Niveles de Servicio descritos en los Anexos 6 y 7. La Propuesta Técnica, que forma parte del presente Contrato mediante Apéndice 1 del Anexo 3, tiene efectos vinculantes respecto a la formulación del Estudio Definitivo de Ingeniería correspondiente.

Protocolo de Pruebas

Es el documento que contiene los procedimientos aplicables a las Pruebas de Puesta en Marcha a efectuarse en los bienes y equipos que suministrará el CONCESIONARIO, los cuales integrarán el sistema ferroviario, con el objetivo de medir los niveles de servicio, calidad, seguridad y confiabilidad de los mismos.

Proveedor de Equipamiento de Sistema

Es(son) la(s) Persona(s) que acompañará(n) al Constructor, en caso éste último no hubiera acreditado el cumplimiento de los requisitos establecidos en el literal c) del Numeral 5.2.1.1 de las Bases, a través de la suscripción del Contrato de Provisión de Equipamiento de Sistema.

Proveedor de Material Rodante

Es la Persona que ha demostrado experiencia en la fabricación, provisión, instalación, pruebas y puesta en marcha de Material Rodante, de acuerdo a lo establecido en las Bases.

Asimismo, el Proveedor de Material Rodante participará en la Concesión a través de la suscripción del Contrato de provisión de Material Rodante, sea o no un accionista o participacionista del Concesionario.

Provisión de Material Rodante

Es la fabricación y/o provisión, instalación, pruebas y puesta en marcha de Material Rodante que efectuará el Proveedor de Material Rodante.

Proyecto

Es la "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao".

Proyecto Referencial

Es el Estudio de Preinversión a nivel de factibilidad del Proyecto, declarado viable en el marco del SNIP.

Pruebas de Puesta en Marcha

Son las pruebas de funcionamiento, operatividad e integración del Material Rodante y las Obras, así como de todos los bienes y equipos suministrados por el CONCESIONARIO y que componen el sistema ferroviario. Estas pruebas serán realizadas por el CONCESIONARIO y supervisadas por el Regulador, cuando el Material Rodante adquirido esté disponible para tal fin, en vacío por un periodo de treinta (30) Días Calendario. Estas pruebas se efectuarán a la entrega del Acta de Aceptación del Material Rodante correspondiente y de acuerdo al calendario de provisión del Material Rodante adquirido y podrán efectuarse total o progresivamente de acuerdo a los Protocolos de Pruebas y a lo señalado en las Cláusulas 6.51 a 6.59.

Puesta en Operación Comercial

Es la etapa en la cual el Regulador verificará el funcionamiento de las Inversiones Obligatorias así como el cumplimiento de parte del CONCESIONARIO para alcanzar los Niveles de Servicio definidos en el Contrato, conforme a lo establecido en la Cláusula 6.61 a 6.65.



Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta

Comprende el Tramo de la Línea 4, que se desarrolla en los ejes viales de la Avenida Faucett y la Avenida Néstor Gambetta, desde la Avenida Oscar R. Benavides (ex Colonial) hasta el Ovalo 200 Millas.

Reglamento del TUO

Es el Reglamento del Texto Único Ordenado de las Normas con rango de ley que regulan la entrega en Concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de Servicios Públicos, aprobado por Decreto Supremo N° 060-96-PCM.

Regulador

Es el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público - OSITRAN, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley N° 26917 y sus normas reglamentarias, complementarias y modificatorias y cuyas disposiciones (reglamentos autónomos, directivas de carácter general y normas de carácter particular, conforme a lo dispuesto en el Artículo 24 del Decreto Supremo N° 044-2006-PCM que aprueba su reglamento) así como los actos administrativos que emita, son de observancia y cumplimiento obligatorio para el CONCESIONARIO. En tal sentido, se encargará de la supervisión y regulación durante todo el Plazo de la Concesión.

Conforme al Artículo 8 del Decreto Supremo N° 039-2011-MTC que aprueba el Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transportes de Pasajeros en Vías Férreas que conforman el Sistema Ferroviario Nacional, OSITRAN, en materia ferroviaria, cuenta con las competencias que le otorgan las normas indicadas en el párrafo precedente.

Reglamento Operativo Interno (R.O.I.)

Es el Reglamento Operativo Interno que deberá tener y aplicar el CONCESIONARIO para cumplir con lo establecido en el Anexo 7 y en las Leyes y Disposiciones Aplicables, y que contiene las normas de seguridad y los procedimientos para el movimiento operativo de los trenes, así como los deberes del personal involucrado y otras normas operativas.

Reporte de Avance de Obra

Se refiere al informe que deberá presentar el CONCESIONARIO al Regulador y CONCEDENTE de manera trimestral por cada Hito de Obra o Hito de Provisión de Material Rodante, según corresponda, a efectos que el Regulador pueda aprobarlo y autorizar el pago del Avance de Obra correspondiente.

Retribución por Inversión (RPI)

Es el pago en Dólares que el CONCEDENTE realizará a favor del CONCESIONARIO, para retribuir la inversión en que incurre el CONCESIONARIO. El RPI será cancelado a través del Fideicomiso de acuerdo a los términos y condiciones establecidos en el Apéndice 1 del Anexo 5 del Contrato.

Retribución por Inversión en Material Rodante (RPI-MR)

Es el pago en Dólares que el CONCEDENTE realizará a favor del CONCESIONARIO, para retribuir la inversión en Material Rodante financiada por el CONCESIONARIO.

Retribución por Inversión en Obras (RPI-Obras)

Es el pago en Dólares que el CONCEDENTE realizará a favor del CONCESIONARIO, para retribuir la inversión en Obras financiadas por el CONCESIONARIO.

Segunda Etapa

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"



Corresponde a las Inversiones Obligatorias de la Concesión que serán ejecutadas por el CONCESIONARIO en el Tramo 2 y Tramo 3 hasta su puesta en Operación Comercial.

Servicio

Es el servicio público de transporte ferroviario urbano de pasajeros que el CONCESIONARIO prestará en virtud del presente Contrato y de conformidad con las Leyes y Disposiciones Aplicables.

Servicios Complementarios

Son todos aquellos servicios que sin ser indispensables para la prestación del Servicio y no encontrándose contemplados en las Especificaciones Técnicas Básicas, el CONCESIONARIO podrá prestar, cumpliendo con las Leyes y Disposiciones Aplicables y habiendo obtenido las autorizaciones, concesiones y/o permisos que las Leyes y Disposiciones Aplicables exijan.

Dichos servicios no podrán ser contrarios a la moral, a las buenas costumbres y al orden público. El CONCESIONARIO, o quien éste designe estará autorizado a prestarlos, previa aprobación por parte del Regulador.

Servicios Opcionales

Son todos aquellos servicios que sin ser indispensables para la prestación del Servicio y no encontrándose contemplados en las Especificaciones Técnicas Básicas, el CONCESIONARIO podrá prestar en los bienes producto de las Inversiones Opcionales y habiendo obtenido las autorizaciones, concesiones y/o permisos que las Leyes y Disposiciones Aplicables exijan.

Sistema Ferroviario

Es el conjunto de subsistemas y elementos que componen las Inversiones Obligatorias del Proyecto.

Sistema de Pago por Obra

Se refiere a todas las inversiones en Obras y Material Rodante, cuyos pagos efectuará el CONCEDENTE a favor del CONCESIONARIO una vez concretados los correspondientes Avances de Obra o Avances de Provisión de Material Rodante, respectivamente, durante la etapa de inversiones. Los fondos empleados para dichos pagos provendrán del cofinanciamiento.

Sistema de Retribución por Inversiones

Se refiere a todas las inversiones en Obras y Material Rodante, cuyos pagos efectuará el CONCEDENTE a favor del CONCESIONARIO durante la etapa de operación. Los fondos empleados para realizar las inversiones provendrán del Financiamiento Privado y serán repagados en cuotas trimestrales durante quince (15) años.

Socio Estratégico

Es el accionista o participacionista del CONCESIONARIO o uno de sus integrantes, en caso de Consorcio, que acreditó directamente o a través de sus Empresas Vinculadas según corresponda, el cumplimiento de al menos uno de los requisitos de capacidad técnica (de construcción, de provisión de material rodante o de operación) señalados en las Bases, y que ostenta la titularidad de la Participación Mínima en el CONCESIONARIO.

Socio Principal

Es cualquier Persona que directa o indirectamente, posea o sea titular, bajo cualquier título o modalidad, del cinco por ciento (5%) o más del capital social de una determinada persona jurídica.



Subpartidas

Descripción de las actividades indicadas en el presupuesto del estudio de factibilidad relacionadas a la ejecución de las Obras.

Suspensión de Obligaciones

Es la paralización temporal de las actividades relacionadas con la ejecución del Contrato, de manera parcial o total, como resultado de la ocurrencia de cualquier causal prevista en la Cláusula 19.1.

Suspensión temporal de la Concesión

Es la interrupción del Plazo de la Concesión como consecuencia de la declaración de Suspensión de Obligaciones de manera total, por parte del Regulador.

Supervisor o Supervisor de Obras o Supervisor de Inversiones Obligatorias

Es la empresa o empresas de reconocido prestigio, que podrá contratar el Regulador para la fiscalización técnica de los EDI, de las Inversiones Obligatorias así como durante la Explotación, según lo previsto en las Cláusulas 6.43 y siguientes.

El Regulador podrá contratar dichos servicios por separado.

Tarifa

Contraprestación económica que se cobra al Usuario por la prestación del Servicio sin incluir los impuestos que resulten aplicables a partir del día siguiente de la fecha de suscripción del Acta Conformidad.

Tercera Etapa

Corresponde a la Provisión de Material Rodante como consecuencia de haberse alcanzado la demanda establecida en la Cláusula 6.29 y que serán ejecutadas por el CONCESIONARIO.

Tipo de Cambio

Es el tipo de cambio promedio ponderado venta establecido por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP y publicado en el diario oficial "El Peruano", para la conversión de Nuevos Soles a Dólares y viceversa.

Toma de Posesión

Es el acto mediante el cual el CONCESIONARIO toma posesión del Área de la Concesión entregada por el CONCEDENTE, para ser destinados a la ejecución del Contrato, dejando constancia de ello en el Acta de Entrega del Área de la Concesión del Tramo 1A, del Tramo 1B de la Primera, y de la Segunda Etapa, según corresponda. La Toma de Posesión se verificará de acuerdo a lo establecido en la Cláusulas 5.16 a 5.19 del presente Contrato.

Tramos

Son, conjuntamente, el Tramo 1A, Tramo 1B, Tramo 2 y Tramo 3.

Tramo 1

Comprende conjuntamente el Tramo 1A y Tramo 1B.

Tramo 1A

Se desarrolla en el eje de la Av. Nicolás Ayllón (o Carretera Central), desde la Estación Evitamiento hasta la Estación Mercado Santa Anita, inclusive. Comprende a las



siguientes cinco (05) estaciones: Evitamiento, Ovalo Santa Anita, Colectora Industrial, La Cultura (o Los Ingenieros) y Mercado Santa Anita.

Tramo 1B

Se desarrolla en los ejes de la Av. 9 de Diciembre (Paseo Colón), Av. Paseo de la República, Av. 28 de Julio, Av. Circunvalación, Av. Nicolás Ayllón (o Carretera Central), desde la Estación Plaza Bolognesi (inclusive) hasta la Estación Evitamiento (sin incluirla), y desde la Estación Mercado Santa Anita (sin incluirla) hasta la Estación Municipalidad de Ate (inclusive). Comprende a las siguientes once (11) estaciones: Plaza Bolognesi, Central, Manco Capac, Cangallo, 28 de Julio, Nicolás Ayllón, Circunvalación, Nicolás Arriola, Vista Alegre, Prolongación Javier Prado y Municipalidad de Ate.

Tramo 2

Comprende los siguientes ejes: Av. Arica, Av. Venezuela, Av. German Amezaga, Av. Oscar R. Benavides (Colonial) y la Av. Guardia Chalaca; desde la Estación Puerto del Callao (inclusive), hasta la Estación Plaza Bolognesi (sin incluirla). Comprende a las siguientes once (11) estaciones: Puerto del Callao, Buenos Aires, Juan Pablo II, Insurgentes, Carmen de la Legua, Oscar R. Benavides, San Marcos, Elio, La Alborada, Tingo María y Parque Murillo.

Tramo 3

Comprende el eje de la Av. Elmer Faucett, entre la Av. Néstor Gambetta y la Av. Óscar R. Benavides (Colonial). Comprende a las siguientes ocho (08) estaciones: Gambetta, Canta Callao, Bocanegra, Aeropuerto, El Olivar, Quilca, Morales Duarez, Carmen de la Legua.

Tren

Todo vehículo ferroviario con propulsión propia, con cabina de comando, con control manual, semiautomático o automático, enganchado o no a otro vehículo ferroviario que se desplaza por la Vía Férrea.

TUO

Es el Texto Único Ordenado de las Normas con rango de ley que regulan la entrega en Concesión al sector privado de las Obras Públicas de Infraestructura y de Servicios Públicos, aprobado por el Decreto Supremo N° 059-96-PCM.

UIT

Unidad Impositiva Tributaria vigente al momento de su aplicación.

Usuario

Es la persona natural que recibe el Servicio brindado por el CONCESIONARIO.

Vía Férrea

Parte de la infraestructura ferroviaria formada por el conjunto de elementos que conforman la vía por la cual se desplazan los trenes.

Base Legal

Las normas legales básicas aplicables al presente Contrato de Asociación Público Privada bajo la modalidad de Concesión son las siguientes:

- Decreto Supremo N° 001-86-MIPRE, crea la Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao – AATE, instrumento que fue elevado a rango de ley, mediante Ley N° 24565 del 30 de octubre de 1986.



- Decreto Legislativo N° 839, Ley de Promoción de la Inversión Privada en Obras Públicas de Infraestructura y de Servicios Públicos, del 19 de agosto de 1996.
- Decreto Supremo N° 059-96-PCM, aprobó el Texto Único Ordenado de las normas con rango de Ley que regulan la entrega en concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos, del 26 de diciembre de 1996.
- Decreto Supremo N° 060-96-PCM, aprobó el Reglamento del Texto Único Ordenado de las normas con rango de ley que regulan la entrega en concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicio público, del 27 de diciembre de 1996.
- Ley N° 26917, Ley de Supervisión de la Inversión Privada en Infraestructura de Transporte de Uso Público y Promoción de los Servicios de Transporte Aéreo, de fecha 22 de enero de 1998.
- Ley N° 29754, Ley que dispone que el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN) es la entidad competente para ejercer la supervisión de los servicios públicos de transporte ferroviario de pasajeros en las vías concesionadas que forman parte del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, del 14 de julio de 2011.
- Ley N° 27293, Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), del 28 de junio de 2000.
- Decreto de Urgencia N° 058-2001 que ordenó transferir la administración de la Autoridad Autónoma del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao - AATE, a la Municipalidad Metropolitana de Lima, a partir del 1 de junio de 2001, incluyendo los recursos presupuestales, activos, el personal y acervo documentario; quedando la MML facultada para determinar en forma autónoma su estructura y organización.
- Decreto Supremo N° 032-2005-MTC, aprueban el Reglamento Nacional de Ferrocarriles de fecha 30 de diciembre de 2005.
- Decreto Supremo N° 044-2006-PCM, aprueban el Reglamento General del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público – OSITRAN, de fecha 24 de julio de 2006.
- Decreto Legislativo N° 1012 aprobó la Ley Marco de Asociaciones Público-Privadas para la generación de empleo productivo y se dictaron las normas para la agilización de los procesos de promoción de la inversión privada, de fecha 12 de mayo de 2008, modificado por el Decreto Legislativo N° 1016 y la Ley N° 29771.
- Decreto Supremo N° 146-2008-EF aprobó el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1012, del 8 de diciembre de 2008, modificado por los Decretos Supremos N° 144-2009-EF, 106-2011-EF y 226-2012-EF.
- Decreto Supremo N° 032-2010-MTC que dispone que la Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao - AATE, constituye un Proyecto Especial.



- Decreto Supremo N° 039-2010-MTC, Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de Pasajeros en vías férreas que formen parte del Sistema Ferroviario Nacional, de fecha 11 de agosto de 2010.
- Decreto Supremo N° 059-2010-MTC, aprobó la Red Básica del Metro de Lima - Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, la misma que está conformada por cinco (05) Líneas referenciales, entre las cuales se encuentra la Línea 2 que conecta el Este (Ate) y el Oeste (Callao), de fecha 23 de diciembre de 2010.
- Decreto Supremo N° 032-2011-MTC, amplió el encargo conferido al Proyecto Especial denominado Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao – AATE, mediante Decreto Supremo N° 032-2010-MTC, a fin que el mismo se encargue de la proyección, planificación, ejecución y administración de la infraestructura ferroviaria correspondiente a la Red Básica del Metro de Lima - Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, aprobada por Decreto Supremo N° 059-2010-MTC, hasta que se concluyan las obras y se extinga la concesión para la ejecución, explotación, operación y mantenimiento de la misma, de fecha 15 de julio de 2011.
- Resolución de Consejo Directivo N° 019-2011-CD-OSITRAN, que aprueba el Reglamento de Atención de Reclamos y Solución de Controversias de OSITRAN.
- Resolución de Consejo Directivo N° 004-2012-CD-OSITRAN, que aprueba el Reglamento de usuarios de la Infraestructura Vial, Ferroviaria y del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo.
- Agregar Ley de OSITRAN
- Resolución Ministerial N° 738-2012-MTC/02, se modifica el trazo de la Línea 2 de la Red Básica del Metro de Lima – Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, de fecha 12 de diciembre de 2012.

Asimismo, son de aplicación complementaria y supletoria las Leyes y Disposiciones Aplicables.

SECCIÓN II: NATURALEZA, OBJETO, MODALIDAD Y CARACTERES DE LA CONCESIÓN

Naturaleza

- 2.1. La Concesión materia del presente Contrato se otorga como parte del proceso emprendido por el Estado de la República del Perú, para la transferencia al sector privado de las actividades objeto del presente Contrato. Este proceso tiene por objeto mejorar la calidad del Servicio e incrementar el alcance de la infraestructura de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, a fin de coadyuvar al mejoramiento de los niveles y calidad de servicio de transporte público urbano, evitar los sobrecostos producidos por la obsolescencia del parque automotor, disminuir la contaminación ambiental y sus efectos nocivos sobre la salud, reducir la pérdida innecesaria de horas-hombre de los usuarios como consecuencia de la congestión vehicular.



- 2.2. La Concesión no supone la transferencia de la titularidad de la infraestructura, que formará parte de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, la misma que en todo momento mantiene su condición de pública. El CONCESIONARIO adquiere el derecho de Concesión a partir de la Fecha de Cierre y lo mantiene durante la vigencia del mismo.

Objeto

- 2.3. Conforme a la definición contenida en el Artículo 3 del Reglamento del TUO y lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1012, por el presente Contrato el CONCEDENTE otorga en Concesión al CONCESIONARIO el derecho al aprovechamiento económico de los Bienes de la Concesión durante el plazo de vigencia de la misma. El CONCESIONARIO se hace responsable por el diseño, financiamiento, construcción, Equipamiento Electromecánico, Equipamiento de Sistema y Provisión de Material Rodante, operación y mantenimiento del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", de conformidad con las estipulaciones contenidas en este Contrato.

El CONCESIONARIO se obliga a la Explotación y a entregar y/o devolver todos los Bienes de la Concesión al CONCEDENTE al producirse la Caducidad de la Concesión, según la Sección XV.

- 2.4. Las principales actividades o prestaciones que forman parte de la Concesión y que por tanto son el objeto de los derechos y obligaciones de las Partes en virtud del Contrato, son las siguientes:
- a) La entrega, transferencia y uso del Área de la Concesión que se regula en la Sección V del presente Contrato.
 - b) El diseño y ejecución de las Inversiones Obligatorias y Pruebas de Puesta en Marcha, según se detalla en la Sección VI del presente Contrato.
 - c) La Conservación de los Bienes de la Concesión, según los términos de la Sección VII del presente Contrato.
 - d) La Explotación, conforme a las condiciones de la Sección VIII del presente Contrato.
 - e) La obligación de cobro de la Tarifa de acuerdo a las condiciones establecidas en la Sección IX del presente Contrato.
 - f) La reversión de los Bienes de la Concesión, que se regula en la Sección V del presente Contrato.
- 2.5. El presente Contrato de Concesión responde a un esquema DFBOT (design, finance, build, operate and transfer), por ello, la propiedad de la infraestructura que forma parte de la Concesión en todo momento mantiene su condición pública.
- 2.6. Considerando que el objeto del derecho de Concesión es contribuir con el bienestar social de la población a través de una adecuada prestación de servicios en las condiciones económicas y de serviciabilidad que se establecen en el Contrato por tiempo determinado, los actos de disposición y la constitución de derechos sobre la Concesión, deben ser compatibles con esta naturaleza y ser



aprobados por el CONCEDENTE, previa opinión del Regulador, conforme a lo que disponga el Contrato.

- 2.7. De conformidad con lo establecido en el Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de Pasajeros en vías férreas que formen parte del Sistema Ferroviario Nacional aprobado mediante Decreto Supremo N° 039-2010-MTC, y sus modificatorias, normatividad aplicable al Proyecto; corresponde al CONCESIONARIO de manera integrada y en régimen de exclusividad, prestar el Servicio, los Servicios Complementarios y Servicios Opcionales, y mantener la infraestructura del sistema; en particular, la ejecución de las Inversiones Obligatorias, el mantenimiento de la infraestructura ferroviaria, así como también brindar el Servicio (que comprende todo lo necesario para el movimiento de pasajeros y las operaciones relacionadas al Material Rodante), de acuerdo con las disposiciones del presente Contrato.

Modalidad

- 2.8. El presente Contrato de Concesión constituye una Asociación Público Privada bajo la modalidad de Concesión cofinanciada, de conformidad con lo señalado en el Decreto Legislativo N° 1012, el artículo 1 del D.S. 146-2008-EF, modificado por el D.S. 106-2011-EF y el literal c) del artículo 14 del TUO.

Caracteres

- 2.9. El Contrato es de naturaleza unitaria y responde a una causa única, sin perjuicio de la multiplicidad de actividades y prestaciones en que se divide su objeto, conforme se describe en la Cláusula 2.3.
- 2.10. El Contrato es principal y de prestaciones recíprocas, de tracto sucesivo y de ejecución continuada.
- 2.11. El presente Contrato establece los Niveles de Servicio (Anexo 7) que el CONCESIONARIO estará obligado a cumplir durante la vigencia del mismo.

Las obligaciones principales del CONCESIONARIO son la ejecución las Inversiones Obligatorias y la prestación del Servicio de transporte de acuerdo a los Niveles de Servicio establecidos en el presente Contrato.

- 2.12. El Servicio materia del Contrato se rige por los principios de continuidad, regularidad y de no discriminación.

SECCIÓN III: EVENTOS A LA FECHA DE CIERRE

Declaraciones del CONCESIONARIO

- 3.1. El CONCESIONARIO declara y garantiza al CONCEDENTE y al Gobierno Nacional que las siguientes declaraciones son, a la Fecha de Cierre, ciertas, correctas y completas. Asimismo, reconocen que la suscripción del Contrato por parte del CONCEDENTE, se basa en las siguientes declaraciones:

a) Constitución, validez y consentimiento

Que, el CONCESIONARIO (i) es una sociedad debidamente constituida en el Perú conforme a las Leyes y Disposiciones Aplicables; (ii) de acuerdo a su objeto social está debidamente autorizado y en capacidad de asumir las



obligaciones que respectivamente le corresponde como consecuencia de la celebración de este Contrato; y (iii) ha cumplido con todos los requisitos necesarios para formalizar este Contrato y para cumplir los compromisos aquí contemplados.

b) Autorización, firma y efecto

Que, la firma y cumplimiento del presente Contrato, así como el cumplimiento de las obligaciones aquí contempladas por parte del CONCESIONARIO están comprendidas dentro de sus facultades y ha sido debidamente autorizado por su directorio u otros órganos similares.

Que, el CONCESIONARIO ha cumplido totalmente con los actos y/o procedimientos exigidos en el Concurso para autorizar la suscripción de este Contrato y para el cumplimiento de las obligaciones que respectivamente le corresponde bajo este Contrato. Este Contrato ha sido debida y válidamente firmado por el CONCESIONARIO y constituye obligación válida, vinculante y exigible para el CONCESIONARIO.

Que, la suscripción de este Contrato constituye la ratificación de todos los actos realizados y documentos suscritos por el o los Representantes Legales del Adjudicatario, incluyendo cualquier derecho u obligación que le corresponda conforme a las Bases, este Contrato o las Leyes y Disposiciones Aplicables.

Que, no es necesaria la realización de otros actos o procedimientos por parte del CONCESIONARIO para autorizar la suscripción y cumplimiento de las obligaciones que le correspondan conforme al Contrato.

c) Conformación del CONCESIONARIO y su capital

El CONCESIONARIO declara lo siguiente:

- (i) El objeto social único del CONCESIONARIO permite la prestación del Servicio, los Servicios Complementarios y los Servicios Opcionales y su domicilio está fijado en la provincia de Lima.
- (ii) El CONCESIONARIO tiene un capital social suscrito y pagado que cumple con lo establecido en el Literal a) de la Cláusula 3.6.
- (iii) La conformación del capital del CONCESIONARIO vigente a la Fecha de Cierre se encuentra conforme a lo establecido en las Bases.
- (iv) Los Socios Principales actuales conocen el contenido de este Contrato y las implicancias para las inversiones que realicen en el CONCESIONARIO.
- (v) El Socio Estratégico es propietario y titular de por lo menos la Participación Mínima.

d) Litigios

Que, no tienen constancia ni han sido formalmente notificados de demandas, denuncias, juicios, arbitrajes u otros procedimientos legales en curso, ni sentencias, ni decisiones de cualquier clase no ejecutadas, contra el CONCESIONARIO, el Socio Estratégico y/o cualquier Socio Principal que tengan por objeto prohibir o de otra manera impedir o limitar el cumplimiento de los compromisos u obligaciones contemplados en este Contrato.

e) De la contratación



El CONCESIONARIO declara y reconoce expresamente que ha logrado dicha condición como consecuencia del Concurso.

Que, ni el CONCESIONARIO, ni sus Socios Principales tienen impedimento ni están sujetos a restricciones (por vía contractual, judicial, arbitral, legal o cualquier otra) para celebrar contratos con el Estado conforme a las Leyes y Disposiciones Aplicables o para asumir y cumplir con todas y cada una de las obligaciones que le corresponden o pudieran corresponder conforme a las Bases, la Propuesta Técnica, la Propuesta Económica y el presente Contrato.

Que, no tienen impedimento de contratar conforme a lo normado por el artículo 1366 del Código Civil, el artículo 27 del TUO, y no se encuentran sancionados administrativamente con inhabilitación temporal o permanente en el ejercicio de sus derechos para contratar con el Estado.

A la Fecha de Cierre, toda la información, declaraciones, certificación y, en general, todos los documentos presentados en los Sobres N° 1 y N° 2 en la etapa del Concurso permanecen vigentes.

En caso que luego de la suscripción del Contrato se demuestre la falsedad en la declaración antes señalada, el presente Contrato se resolverá de manera automática por incumplimiento del CONCESIONARIO, procediéndose a ejecutar la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión.

f) Limitación de responsabilidad

Que el CONCESIONARIO y el Socio Estratégico han basado sus decisiones, incluyendo las de elaborar, determinar y presentar la Propuesta Técnica, Propuesta Económica y suscribir el presente Contrato, en sus propias investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

En consecuencia, el MTC o cualquiera de sus dependencias, la AATE, PROINVERSIÓN, los Asesores y el Estado de la República del Perú o cualquier dependencia de éste, no garantizan, ni expresa ni implícitamente, la totalidad, integridad, fiabilidad, o veracidad de la información, verbal o escrita, que se suministre a los efectos de, o dentro del Concurso. En consecuencia, no se podrá atribuir responsabilidad alguna a cualquiera de las partes antes mencionadas o a sus representantes, agentes o dependientes por el uso que pueda darse a dicha información o por cualquier inexactitud, insuficiencia, defecto, falta de actualización o por cualquier otra causa no expresamente contemplada en esta Cláusula.

La limitación antes enunciada alcanza, de la manera más amplia posible, a toda la información relativa al Concurso que fuera efectivamente conocida, a la información no conocida y a la información que en algún momento debió ser conocida, incluyendo los posibles errores u omisiones en ella contenidos, por el MTC, PROINVERSIÓN, los asesores y el Estado de la República del Perú o cualquier dependencia de éstos. Del mismo modo, dicha limitación de responsabilidad alcanza a toda información, sea o no suministrada o elaborada, directa o indirectamente, por cualquiera de las partes antes mencionadas.

La limitación de responsabilidad alcanza también a toda la información general alcanzada por PROINVERSIÓN, documentos de mercadeo, así como



la proporcionada a través de Circulares o de cualquier otra forma de comunicación, la que se adquiriera durante las visitas a la Sala de Datos, y la que se menciona en las Bases, incluyendo todos sus formularios, anexos y apéndices.

- 3.2. El CONCESIONARIO y sus Socios Principales renuncian de manera expresa, incondicional e irrevocable a invocar o ejercer cualquier privilegio o inmunidad, diplomática u otra, o reclamo por la vía diplomática que pudiese ser incoado por o contra el MTC o sus dependencias, PROINVERSIÓN, los asesores, el Estado o sus dependencias, bajo las Leyes y Disposiciones Aplicables o bajo cualquier otra legislación que resulte aplicable, con respecto a cualesquiera de las obligaciones que le correspondan o pudieran corresponder conforme a las Bases, la Propuesta Técnica, la Propuesta Económica y al presente Contrato.
- 3.3. El CONCESIONARIO y sus Socios Principales guardarán confidencialidad sobre la información de naturaleza reservada que con tal carácter les hubiere sido suministrada por el CONCEDENTE durante el Concurso, o aquella a cuya reserva obligan las Leyes y Disposiciones Aplicables. Sólo con la autorización previa y por escrito del CONCEDENTE, el CONCESIONARIO podrá divulgar la referida información confidencial o reservada.

Declaraciones del CONCEDENTE

- 3.4. El CONCEDENTE declara y garantiza al CONCESIONARIO, en la Fecha de Cierre, la veracidad y exactitud de las siguientes declaraciones. Asimismo, reconoce que la suscripción del Contrato por parte del CONCESIONARIO se basa en estas declaraciones:
- a) Que, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones está debidamente autorizado conforme a las Leyes y Disposiciones Aplicables para representar al CONCEDENTE en el presente Contrato.
 - b) Que ha designado a la AATE como órgano técnico encargado por el CONCEDENTE para coordinar con el CONCESIONARIO y con los otros componentes del sistema de transporte urbano de Lima y Callao, los planes de operación integrada del sistema, la planificación y programación de la operación, definición del programa del Servicio para mantener los Niveles de Servicio durante el plazo de vigencia de la Concesión cuando corresponda (intervalos de paso, horarios, frecuencias, etc.), y otros aspectos operativos del mismo.
 - c) La firma, entrega y cumplimiento por parte del CONCEDENTE del presente Contrato, así como el cumplimiento por el CONCEDENTE de los compromisos contemplados en el mismo están comprendidos dentro de sus facultades, son conformes a la Base Legal y a las Leyes y Disposiciones Aplicables y han sido debidamente autorizados por la Autoridad Gubernamental competente. Ninguna otra acción o procedimiento por parte del CONCEDENTE o cualquier otra entidad gubernamental es necesaria para autorizar la suscripción de este Contrato o para el cumplimiento de las obligaciones del CONCEDENTE contempladas en el mismo. El presente Contrato ha sido debida y válidamente firmado por el o los representantes autorizados del CONCEDENTE y, junto con la debida autorización y firma del mismo por parte del CONCESIONARIO, constituye una obligación válida y vinculante para el CONCEDENTE.



- d) Que, se ha cumplido con todos los actos administrativos, requisitos, exigencias y obligaciones necesarias para celebrar este Contrato y para dar debido cumplimiento a sus estipulaciones.
- e) Que, no existen Leyes y Disposiciones Aplicables que impidan al CONCEDENTE, el cumplimiento de sus obligaciones emanadas del presente Contrato. Que tampoco existen demandas, denuncias, juicios, investigaciones, litigios o procedimientos en curso ante órgano jurisdiccional, tribunal arbitral o Autoridad Gubernamental, que prohíban, se opongan o en cualquier forma impidan la firma o cumplimiento de los términos del presente Contrato por parte del CONCEDENTE.
- f) El CONCEDENTE declara y garantiza expresamente que, a la Fecha de Cierre y hasta la Toma de Posesión está facultado y continuará facultado para efectuar la entrega del Área de la Concesión.
- g) Que, el CONCESIONARIO tendrá el derecho a la Explotación durante el Plazo de la Concesión. Este derecho sólo concluirá por aplicación de las causales de Caducidad previstas en la Sección XV.
- h) Que, cualquier controversia referente a Caducidad de la Concesión, o Suspensión de Obligaciones, Suspensión del Plazo de Concesión del Contrato únicamente se resolverá de conformidad con lo dispuesto en la Sección XVI, siempre y cuando sean cumplidos previamente los procedimientos establecidos en las Secciones IV y XV del presente Contrato.
- i) Las Partes dejan constancia que los contratos que el CONCESIONARIO celebre con terceros serán inoponibles respecto del CONCEDENTE.
- j) Que, no existen pasivos, obligaciones, o contingencias administrativas, laborales, tributarias, judiciales, legales o de cualquier otra naturaleza, que de alguna manera afecten o puedan afectar en el futuro la Concesión, el Área de la Concesión, o el derecho a la Explotación. En caso de presentarse pasivos o contingencias generadas antes de la Fecha de Cierre, éstos serán asumidos por el CONCEDENTE, de conformidad con lo dispuesto en las Leyes y Disposiciones Aplicables, o alternativamente será su responsabilidad el sanear aquella situación que pudiera afectar el derecho de Concesión otorgado en virtud del presente Contrato.
- k) Que, la validez y alcances de las estipulaciones en el Contrato han sido formulados de acuerdo con la Base Legal, las Leyes y Disposiciones Aplicables.
- l) Que, mantendrá indemne al CONCESIONARIO por reclamos de terceros a consecuencia del reordenamiento del transporte urbano y expropiaciones.
- m) Que, hará las gestiones necesarias para obtener las expropiaciones requeridas.
- n) Que, en tanto el CONCESIONARIO y sus inversionistas cumplan con lo establecido en las Leyes y Disposiciones Aplicables, se otorgará el Convenio de Estabilidad Jurídica a que se refieren los Decretos Legislativos N° 662 y N° 757 y la Ley N° 27342.



- 3.5. Que, en virtud de lo dispuesto en el artículo 4 de la Ley N° 26885, Ley de Incentivos a las Concesiones de Obras de Infraestructura y de Servicios Públicos, el Poder Ejecutivo ha expedido el Decreto Supremo al que se refiere el artículo 2 del Decreto Ley N° 25570, norma complementaria al Decreto Legislativo N° 674, modificado por el artículo 6 de la Ley N° 26438, por el cual se otorga la garantía del Estado en respaldo de las, declaraciones, seguridades y obligaciones que asume el CONCEDENTE en virtud de este Contrato; la cual no es una garantía financiera.

Constataciones en la Fecha de Cierre

- 3.6. A la Fecha de Cierre, el CONCESIONARIO debe haber cumplido con lo siguiente:

- a) Entregar el testimonio de la escritura pública de constitución social y estatuto del CONCESIONARIO, con la constancia de inscripción registral, con el objeto de acreditar: (i) que es una persona jurídica válidamente constituida de acuerdo a las Leyes y Disposiciones Aplicables; y (ii) que cuenta como mínimo, con los mismos socios, accionistas, o integrantes que formaron parte del Adjudicatario; no permitiéndose en la estructura del accionariado del CONCESIONARIO, la participación de alguna Persona que haya presentado, directa o indirectamente a través de alguna Empresa Vinculada, una propuesta económica en el Concurso.

El CONCESIONARIO a partir de la Fecha de Cierre y hasta dos (02) años posteriores a la fecha de término del Contrato de Concesión, deberá acreditar y mantener un capital social mínimo de y 00/100 de Dólares (US\$.....), el cual deberá ser totalmente suscrito y pagado en efectivo como mínimo en un veinticinco por ciento (25%) a la Fecha de Cierre. Este capital social deberá estar íntegramente pagado a más tardar a los veinticuatro (24) meses desde la Fecha de Cierre.

- b) Acreditar la inscripción en la oficina registral correspondiente de: (i) los poderes del representante legal del CONCESIONARIO que suscribe el Contrato en su nombre y representación, y (ii) los poderes del representante legal del Socio Estratégico que suscribe la declaración jurada indicada en el Anexo 1; (iii) los poderes del representante legal del Constructor; (iv) los poderes del representante legal del Operador o Asesor Técnico en Operación, en caso corresponda, (v) los poderes del Proveedor de Material Rodante y (vi) los poderes del Proveedor de Equipamiento de Sistema..
- c) Entregar copia legalizada notarialmente de los documentos donde conste que sus órganos internos competentes han aprobado el Contrato.
- d) Entregar copia legalizada notarialmente de los asientos del libro de matrícula de acciones o documento equivalente, en donde conste la conformación del accionariado o de las participaciones del CONCESIONARIO.
- e) Presentar el listado de empresas especializadas para la realización del estudio de riesgos según la Cláusula 12.2.
- f) El estatuto referido en el Literal a) precedente debe contener como mínimo las siguientes disposiciones:



- (i) Una restricción a la libre transferencia, disposición o gravamen de las acciones o participaciones que representen el porcentaje correspondiente a la Participación Mínima del Socio Estratégico, a favor de terceros, por todo el plazo de la Concesión salvo por lo previsto en la clausula 14.12 y la Sección XI respecto de la posibilidad de gravar la Participación Mínima, con la finalidad de obtener financiamiento.

Una restricción al aumento o reducción del capital social que vulnere la Participación Mínima exigida al Socio Estratégico, la misma que se mantendrá durante todo el plazo de la Concesión.

Una restricción a la libre transferencia, disposición o gravamen de las acciones o participaciones a favor de las otras personas jurídicas postoras, o de los Socios Principales de éstas, o de los integrantes de los otros consorcios que presentaron ofertas económicas durante el Concurso, o de sus respectivos Socios Principales, durante dos (2) años posteriores al inicio de la Explotación de la Segunda Etapa. Finalizado dicho plazo, los accionistas o participacionistas podrán transferir, disponer o gravar dichas acciones o participaciones libremente, contemplando las disposiciones contenidas en la Sección XIV. La restricción de incorporación de las Personas referidas en este párrafo incluye el aumento de capital por aporte de terceros.

La limitación antes señalada comprende también, la transferencia, disposición o gravamen de las acciones o participaciones, a favor de empresas que formen parte de un Grupo Económico de las personas jurídicas postoras o con los integrantes de los consorcios que presentaron ofertas económicas durante el Concurso.

- (ii) Todo proceso de reducción o aumento de capital social, fusión, escisión, transformación, disolución o liquidación del CONCESIONARIO, deberá contar con la opinión previa del Regulador y la previa autorización del CONCEDENTE.
- (iii) Que, en caso que el CONCESIONARIO decida llevar a cabo cualquiera de los procesos anteriormente mencionados en los numerales (i) y (ii) precedentes, deberá presentar ante el CONCEDENTE, el proyecto de acuerdo de junta general u órgano equivalente que corresponda. Dicho proyecto también deberá ser remitido al Regulador para su opinión previa, la cual deberá ser emitida en un plazo máximo de quince (15) Días.

Una vez recibida la opinión previa del Regulador o vencido el plazo para emitirla, el CONCEDENTE deberá pronunciarse respecto del proyecto de acuerdo en el plazo de treinta (30) Días. Si el CONCEDENTE no se pronunciase en el plazo establecido, dicho proyecto de acuerdo se entenderá denegado.

- (iv) El CONCESIONARIO es una sociedad de propósito exclusivo cuyo objeto social se circunscribe a aquellas actividades que sean necesarias para la ejecución del Contrato, consistiendo exclusivamente en el ejercicio de los derechos y obligaciones relativos a la Concesión, así como en la prestación Servicios Complementarios y Servicios Opcionales que autorice el Regulador y/o CONCEDENTE, según corresponda. El objeto



social deberá indicar además su calidad de CONCESIONARIO del Estado de la República del Perú.

- (v) Para efectos de la constitución, operaciones y desempeño del CONCESIONARIO, el mismo deberá cumplir obligatoriamente con las Leyes y Disposiciones Aplicables.
- (vi) El plazo de vigencia del CONCESIONARIO será de treinta y siete (37) años, esto es como mínimo dos (02) años posteriores a la fecha de término del Contrato de Concesión. Asimismo, en caso de optar por un plazo definido deberá señalarse que, si por cualquier motivo el CONCESIONARIO solicitase la prórroga de la Concesión, deberá prorrogar el plazo de duración de la sociedad por un término adicional igual o mayor al de la prórroga en concordancia con lo establecido en la Cláusula 4.3 y siguientes.
- g) Entregar la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión, establecida en la Cláusula 11.1.
- h) Entregar el convenio suscrito entre las personas jurídicas o naturales que conforman el Socio Estratégico por medio del cual se comprometen a cumplir con los puntos que se detallan en la cláusula 14.13 del Contrato, o en caso de ser una persona jurídica una declaración jurada en los mismos términos.
- i) Entregar la constancia emitida por el Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado (OSCE) o la entidad que lo sustituya, respecto del Adjudicatario y de sus integrantes, en caso de consorcio, de no estar inhabilitados para contratar con el Estado
- j) Acreditar el pago establecido en el numeral 11.3 de las Bases.
- k) En caso corresponda y cumpliendo con lo establecido en la cláusula 14.4 del Contrato, así como en el Anexo 3 de las Bases, deberá entregar tres (3) ejemplares de los siguientes documentos:
 - i) Contrato de Construcción debidamente suscrito por el CONCESIONARIO y el Constructor.
 - ii) Contrato de Provisión de Equipamiento de Sistema debidamente suscrito por el CONCESIONARIO, el Constructor y Proveedor de Equipamiento de Sistema.
 - iii) Contrato de Provisión de Material Rodante debidamente suscrito por el CONCESIONARIO y el Proveedor de Material Rodante.
 - iv) Contrato de Operación debidamente suscrito por el CONCESIONARIO y el Operador, o el Contrato de Asistencia Técnica en Operación debidamente suscrito por el CONCESIONARIO y el Asesor Técnico en Operación, según corresponda.

3.7. A la Fecha de Cierre, el CONCEDENTE deberá haber cumplido con lo siguiente:

- a) Devolver al CONCESIONARIO, la Garantía de Validez, Vigencia y Seriedad de la Oferta, presentada por el Adjudicatario.



- b) Entregar un ejemplar del Contrato de Concesión debidamente firmado.
 - c) Entregar un ejemplar del Convenio de Estabilidad Jurídica, siempre que el CONCESIONARIO lo haya solicitado debiendo para tal efecto haber cumplido con los requisitos establecidos en la Ley N° 27342, sus normas reglamentarias, modificatorias y complementarias.
 - d) Entregar un ejemplar del Decreto Supremo al que se refiere el artículo 2 del Decreto Ley N° 25570, norma complementaria al Decreto Legislativo N° 674, modificado por el artículo 6 de la Ley N° 26438, por el cual se otorga la garantía del Estado en respaldo de las, declaraciones, seguridades y obligaciones que asume el CONCEDENTE en virtud de este Contrato; la cual no es una garantía financiera.
- 3.8. Lo estipulado en la presente Sección es requisito previo para que sean exigibles las obligaciones y los derechos del CONCEDENTE y del CONCESIONARIO bajo este Contrato.

3.9. El Contrato entrará en vigencia en la Fecha de Cierre.

SECCIÓN IV: PLAZO DE CONCESION

Plazo de la Concesión

- 4.1. La Concesión se otorga por un plazo de treinta y cinco (35) años, el mismo que se inicia en la Fecha de Cierre y culmina conforme a los términos y condiciones previstos en el presente Contrato.

Este Contrato estará vigente y surtirá plenos efectos jurídicos durante el plazo indicado en el párrafo anterior, concluyendo por cualquiera de las causales de Caducidad establecidas en la Sección XV.

Suspensión temporal de la Concesión

- 4.2. El plazo de la Concesión será suspendido conforme a las causales, procedimiento y alcances contemplados en la Sección XIX, en la medida que los efectos de los eventos que generen la suspensión, sean de tal magnitud que impidan el cumplimiento de la totalidad de las obligaciones a cargo del CONCESIONARIO.

Prórroga del Plazo de la Concesión

- 4.3. El CONCESIONARIO podrá solicitar al CONCEDENTE la ampliación del plazo de la Concesión conforme a las reglas establecidas en la Sección XVIII del presente Contrato.
- 4.4. La solicitud del CONCESIONARIO deberá presentarse con una antelación no menor a tres (3) años previos al vencimiento del plazo de la Concesión establecido en el Numeral 4.1 de la presente Cláusula.
- 4.5. El plazo de la Concesión podrá ser prorrogado por el CONCEDENTE, previa opinión favorable del Regulador, siempre que el CONCESIONARIO no haya incurrido en incumplimiento grave de sus obligaciones contractuales, señalados en la cláusula 15.4.



- 4.6. El CONCESIONARIO presentará al CONCEDENTE su solicitud con el debido sustento, el cual remitirá dicha solicitud al Regulador para su opinión previa, el mismo que deberá pronunciarse dentro de los veinte (20) Días de recibida dicha solicitud. De no emitir la opinión solicitada en el plazo señalado se considerará que la misma es favorable. Asimismo, el CONCEDENTE tendrá un plazo de veinte (20) Días para emitir su pronunciamiento, contados desde recibida la opinión favorable del Regulador. Sea cual fuere el pronunciamiento del CONCEDENTE, el mismo debe encontrarse debidamente sustentado. El CONCEDENTE se reserva el derecho de revisar las condiciones económicas financieras, bajo las cuales podrá aceptar la prórroga de la Concesión. De no emitir el CONCEDENTE pronunciamiento en el plazo antes señalado, deberá interpretarse que la solicitud ha sido denegada.
- 4.7. En ningún caso el plazo de la Concesión, sumado al plazo de cualquier prórroga o prórrogas que se concediesen, podrá exceder al plazo máximo establecido en el TUO.
- 4.8. La decisión de prórroga del Plazo de Concesión por el CONCEDENTE no podrá ser materia de impugnación por parte del CONCESIONARIO.

SECCIÓN V: RÉGIMEN DE BIENES

Disposiciones Generales

- 5.1. En la presente Sección se establece la regulación contractual aplicable a los Bienes de la Concesión.
- 5.2. Durante la vigencia de la Concesión, el CONCEDENTE mantendrá el derecho de propiedad de los Bienes de la Concesión. Sin perjuicio de ello, esta Concesión es título suficiente para que el CONCESIONARIO ejerza derechos exclusivos de Explotación de los Bienes la Concesión y haga valer sus derechos frente a terceros. Asimismo, la Concesión es también título suficiente para garantizar las operaciones económicas y de cualquier otra índole similar del CONCESIONARIO, directamente vinculadas a la Concesión, en el sistema bancario y financiero, dentro de lo establecido en la Sección XI del presente Contrato.
- 5.3. El CONCESIONARIO tendrá la posesión, el uso y disfrute de los Bienes de la Concesión, la Explotación exclusiva, la prestación del Servicio, Servicios Complementarios y Servicios Opcionales, sobre las Inversiones Obligatorias y Adicionales y Opcionales, así como el ejercicio de los derechos que sean necesarios para que cumpla con las obligaciones a su cargo establecidas en el presente Contrato y las Leyes y Disposiciones Aplicables.
- 5.4. Los Bienes de la Concesión están afectos únicamente a la finalidad de la Concesión. No pueden ser transferidos separadamente de la Concesión, hipotecados, afectados en garantía mobiliaria regulada en la Ley N° 28677, Ley de la Garantía Mobiliaria, o en general sometidos a gravamen de algún tipo durante el plazo de la vigencia de la Concesión, salvo las garantías a favor de los Acreedores Permitidos estipuladas en la Cláusula 11.4.
- 5.5. Queda establecido que la importación de bienes destinados a la prestación del Servicio será de cargo y responsabilidad exclusiva del CONCESIONARIO.



- 5.6. El CONCEDENTE declara y garantiza que, a la Fecha de Cierre y hasta la Toma de Posesión, el Área de la Concesión estará libre de cualquier (i) carga, gravamen o derecho; así como libre de ocupantes y de cualquier restricción que pudiera afectar el normal desarrollo de las Inversiones Obligatorias o la futura Explotación, o, (ii) embargo, medida judicial, extrajudicial o administrativa, que pueda limitar, impedir o afectar su normal utilización para los fines del Contrato; obligándose el CONCEDENTE al saneamiento a que hubiere lugar, sea por evicción, por vicio oculto y/o por acto propio del CONCEDENTE.

Para efectos de lo previsto en esta Cláusula, el CONCESIONARIO deberá notificar al CONCEDENTE sobre la existencia de lo indicado en esta Cláusula, dentro de los quince (15) Días Calendario de haberlo conocido.

Una vez recibida la notificación a la que se refiere el párrafo anterior, el CONCEDENTE asume la obligación de sanear dicha situación, lo cual deberá ejecutarse en un plazo no mayor a sesenta (60) Días Calendario, sin perjuicio de ello, será de aplicación lo establecido en la Cláusula 5.17.

Cualquier retraso o efecto adverso que se genere en las actividades del CONCESIONARIO como consecuencia del evento que origina la obligación de saneamiento antes mencionada, le dará derecho a la Suspensión de Obligaciones por el periodo de la demora en el caso que dicho retraso o efecto adverso afecte el cumplimiento de las obligaciones del CONCESIONARIO.

El Área de la Concesión se incrementará con las áreas de terreno que establezca el CONCEDENTE, luego de concluidos los procedimientos de desocupación, adquisición y expropiación de predios, según corresponda.

- 5.7. El CONCESIONARIO tendrá el derecho de uso y Explotación exclusiva de los Bienes de la Concesión, así como el ejercicio de los derechos que sean necesarios para que cumpla con las obligaciones a su cargo establecidas en el presente Contrato y las Leyes y Disposiciones Aplicables.
- 5.8. El CONCEDENTE se compromete a no constituir cargas ni gravámenes sobre los Bienes de la Concesión, durante la vigencia de la misma.
- 5.9. Desde la Fecha de Cierre hasta el plazo indicado en la Cláusula 5.16.1, los Bienes de la Concesión serán administrados por el CONCEDENTE, o por quien éste disponga.

Sin embargo, en ningún caso, el CONCEDENTE o el tercero designado para administrar dichos bienes podrán realizar actos que afecten de cualquier forma los derechos que asume el CONCESIONARIO en virtud del Contrato.

- 5.10. Adquirirán la condición de Bienes de la Concesión:

- a) El Área de la Concesión, a partir de la Toma de Posesión correspondiente.
- b) Las Obras, una vez suscrita el Acta de Aceptación correspondiente.
- c) El Material Rodante una vez suscrita el Acta de Aceptación correspondiente.
- d) Las Inversiones Adicionales que no puedan ser separadas sin afectar el adecuado funcionamiento de la Concesión, según corresponda, tomando en cuenta la naturaleza de cada bien y lo establecido para cada uno de ellos en la presente Cláusula.
- e) Cualquier derecho de paso o servidumbre que el CONCESIONARIO adquiera u



obtenga, según sea el caso, como consecuencia de este Contrato, o el cumplimiento de sus obligaciones contractuales, en el momento que se adquieran u obtengan.

- f) Cualquier otro bien que se haya integrado a las Inversiones Obligatorias y no pueda ser separado sin afectar el adecuado funcionamiento de las mismas.

Durante la vigencia de la Concesión, el CONCEDENTE mantendrá la titularidad de los Bienes de la Concesión.

- 5.11. El hecho que determinados bienes a que se hace referencia en los literales b), c), d), e) y f) de la Cláusula precedente adquieran el carácter de Bienes de la Concesión no supone de forma alguna una aceptación explícita o implícita del CONCEDENTE sobre la idoneidad de tales bienes, o su calidad o capacidad para servir adecuadamente para los fines de la Concesión, y cumplir con las obligaciones previstas en el Contrato y los Niveles de Servicio. La responsabilidad respecto del cumplimiento del Contrato y la idoneidad de los Bienes de la Concesión para lograrlo corresponde al CONCESIONARIO en dichos supuestos.
- 5.12. Todos y cada uno de los bienes que adquieran la condición de Bienes de la Concesión, conforme a lo dispuesto en la Cláusula 5.10, quedarán transferidos en propiedad del CONCEDENTE cuando obtengan dicha condición. Los Bienes de la Concesión deberán encontrarse libres de todo gravamen, carga o limitación, incluyendo pero no limitándose a aquellos que provengan por disposición de las Leyes y Disposiciones Aplicables, tales como las hipotecas o garantías legales, sin perjuicio de lo dispuesto en la Cláusula 11.4; siendo también obligación del CONCESIONARIO el ejecutar todos los actos necesarios para que dicha transferencia se realice y perfeccione adecuadamente, según la naturaleza de cada bien.

La propiedad sobre los Bienes de la Concesión no supone la transferencia del riesgo sobre dichos bienes al CONCEDENTE. El riesgo sobre los Bienes de la Concesión corresponde al CONCESIONARIO, en los términos y condiciones establecidos en este Contrato.

En el caso de bienes inmuebles o derechos sobre bienes inmuebles que tengan la calidad de Bienes de la Concesión, como es el caso de las Obras construidas o servidumbres, el CONCESIONARIO deberá inscribirlos en el registro de propiedad inmueble respectivo a nombre del CONCEDENTE, dentro del plazo de tres (03) meses de culminada su construcción o ejecución o de obtenido el derecho, respectivamente.

Cuando los bienes muebles o inmuebles explotados por el CONCESIONARIO estén sujetos a contratos de arrendamiento financiero o similares, celebrados por el CONCESIONARIO con terceros, estos bienes serán transferidos en propiedad al CONCEDENTE al momento del ejercicio de la correspondiente opción de compra por el CONCESIONARIO o al momento que corresponda según los términos de dichos contratos.

En tal caso, el CONCESIONARIO se obliga a incluir lo dispuesto en la Cláusula 14.4 en cada uno de estos contratos y la obligación del arrendador de notificar al CONCEDENTE previamente a una eventual resolución o terminación del contrato, por causa de cualquier naturaleza, según el respectivo contrato. Esta comunicación deberá hacerse al CONCEDENTE con un plazo no menor a diez (10) Días previos a que opere la resolución del contrato.



- 5.13. Los Bienes de la Concesión se registrarán en los libros y cuentas contables del CONCEDENTE según las Leyes y Disposiciones Aplicables.
- 5.14. Tanto la reversión como la devolución de los Bienes de la Concesión al CONCEDENTE, estará inafecta de todo tributo creado o por crearse, según lo previsto en el artículo 22° del TUO y su modificatoria, la Ley N° 27156.
- 5.15. En todo lo relativo al Régimen de Bienes es de aplicación supletoria el Reglamento aplicable al Control de las Altas y Bajas de los Bienes de la Concesión (aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 006-2006-CD-OSITRAN), así como de otras normas y procedimientos que sobre el particular el Regulador establezca para el control y supervisión de Bienes.

Toma de Posesión

- 5.16. La Toma de Posesión de los bienes que entregará el CONCEDENTE al CONCESIONARIO, se efectuarán de acuerdo a lo siguiente:
 - 5.16.1. A más tardar a los treinta (30) Días Calendario, contados a partir de la Fecha de Cierre, el CONCEDENTE entregará al CONCESIONARIO el área correspondiente al Tramo 1A para la ejecución de las Obras y Provisión Material Rodante, lo cual se dejará constancia en el Acta de Entrega del Área de la Concesión – Primera Etapa - Tramo 1A.
 - 5.16.2. A más tardar a los ____ (____) Días Calendario, contados a partir de la Fecha de Cierre, el CONCEDENTE entregará al CONCESIONARIO el área correspondiente al Tramo 1B para la ejecución de las Obras y Provisión Material Rodante, lo cual se dejará constancia en el Acta de Entrega del Área de la Concesión – Primera Etapa - Tramo 1B.
 - 5.16.3. A más tardar a los ____ (____) Días Calendario, a partir de la Fecha de Cierre, el CONCEDENTE entregará al CONCESIONARIO las Áreas de la Concesión correspondientes al Tramo 2 y Tramo 3, de lo cual se dejará constancia en el Acta de Entrega del Área de la Concesión – Segunda Etapa.

Las actas así como los inventarios correspondientes deberán haber sido elaborados en forma previa entre un representante del CONCEDENTE y del CONCESIONARIO, y suscritas ante la presencia de un Notario Público. Los gastos notariales serán asumidos por el CONCESIONARIO.

En caso el CONCEDENTE no entregue la totalidad del Área de la Concesión para la Etapa correspondiente en los plazos antes indicados, será de aplicación lo dispuesto en el literal e) de la cláusula 15.8.

- 5.17. La Toma de Posesión culminará en la fecha de suscripción del Acta de Entrega del Área de la Concesión – Segunda Etapa.

Para las entregas, El CONCEDENTE notificará al CONCESIONARIO con una anticipación no menor de diez (10) Días Calendario, el día, hora y lugar en que se iniciará la entrega. Si el CONCESIONARIO no asiste a recibir el Área de la Concesión que corresponda, ésta se entenderá entregada y el riesgo transferido en dicha oportunidad, con la conformidad del CONCESIONARIO, sin perjuicio de



los daños y perjuicios que su inasistencia a la recepción del Área de la Concesión pudiese generar al CONCEDENTE.

El CONCEDENTE se obliga a entregar al CONCESIONARIO, el Área de la Concesión en la Fecha de la Toma de Posesión que corresponda, libre de cualquier ocupación por terceros, así como de toda carga o gravamen.

EL CONCEDENTE podrá entregar de manera parcial el Área de la Concesión que corresponda, siempre que dicha circunstancia no impida el inicio de las obligaciones para el Tramo correspondiente; el Regulador determinará si existe o no el impedimento. En dicho supuesto el Regulador establecerá el plazo en que el CONCEDENTE deberá cumplir con la entrega del área remanente. Ante un incumplimiento será de aplicación lo dispuesto en el literal e) de la cláusula 15.8.

- 5.18. En el Acta de Entrega del Área de la Concesión que corresponda, se dejará constancia, especificando de la forma más detallada posible y respecto de cada uno de sus componentes, sus características, ubicación y demás aspectos de interés. Asimismo, formará parte del acta, cualquier otro elemento que ayude a individualizar e interpretar el objeto entregado, su condición y estado. A tales fines, se incluirá planos de límites de la Concesión así como también se podrá incluir fotografías o esquemas.
- 5.19. El Acta de Entrega del Área de la Concesión que corresponda se suscribirá en tres (3) ejemplares originales, los que deberán ser entregados al Regulador, al CONCESIONARIO y al CONCEDENTE, respectivamente.

Inventarios

5.20. El CONCESIONARIO está obligado a realizar y presentar al CONCEDENTE y al Regulador, los inventarios de los Bienes de la Concesión. Los inventarios exigidos en el Contrato son de cuatro (04) tipos: a) Inicial; b) Anual; c) Inversiones Obligatorias y d) Final.

- a) Inventario Inicial.- Es el listado de los Bienes de la Concesión que el CONCESIONARIO, dentro del plazo de treinta (30) Días Calendario de suscrita el Acta de Entrega del Área de la Concesión que corresponda.
- b) Inventario Anual.- Es el listado de los Bienes de la Concesión que el CONCESIONARIO deberá presentar dentro de los primeros quince (15) Días Calendario del mes de abril de cada Año Calendario durante el Plazo de la Concesión. Este listado incluirá todos los Bienes de la Concesión con los que cuenta a la fecha de cierre de dicho inventario.
- c) Inventario de Inversiones Obligatorias.- Es el listado de los Bienes de la Concesión que será presentado por el CONCESIONARIO, concluido el último Hito, de conformidad con lo establecido en las Cláusulas 6.66 y 6.67 del Contrato.
- d) Inventario Final.- Es el listado de los Bienes de la Concesión a la fecha de Caducidad de la Concesión. Será presentado por el CONCESIONARIO, cuando, por cualquier causa, se produzca la Caducidad de la Concesión.



5.21. Los inventarios deberán contener, por lo menos, una sucinta pero precisa descripción de los Bienes de la Concesión, sus características, ubicación, estado de

conservación, anotaciones sobre su funcionamiento o rendimiento y, de ser aplicable, marca, modelo, serie, placa, combustible, carrocería, N° de motor, N° de cilindros, N° de asientos, peso seco, peso bruto y año de fabricación. Podrán incluirse elementos interpretativos tales como fotografías, planos, esquemas e informes de terceros.

- 5.22. El CONCESIONARIO deberá adjuntar al Inventario Anual, los documentos técnicos que permitan individualizar los bienes incorporados a dichos inventarios, incluyendo la documentación de sustento necesaria. El CONCEDENTE está facultado para solicitar la documentación adicional que razonablemente consideren pertinente.
- 5.23. Los inventarios deberán contar con la aprobación del CONCEDENTE previa opinión del Regulador. El Regulador contará con un plazo de quince (15) Días Calendario, computados desde la fecha de recepción, para emitir su opinión. A su vez, el CONCEDENTE contará con veinte (20) Días Calendario computados desde la fecha de recepción de la opinión del Regulador para emitir su pronunciamiento u observarlos, por escrito, otorgando al CONCESIONARIO un plazo de veinte (20) Días Calendario para su subsanación. De no existir pronunciamiento por parte del Concedente dentro del plazo establecido, los inventarios se entenderán aprobados.

Inventario de Repuestos

- 5.24. Producida la Caducidad de la Concesión por cualquier causa, el CONCESIONARIO tiene la obligación de entregar un inventario de repuestos e insumos que aseguren la continuidad de las operaciones, según los Niveles de Servicio establecidos en el Anexo 7 por un período mínimo y continuo de ciento ochenta (180) Días. Sin que la relación sea limitativa, el inventario de repuestos deberá comprender aquellos que resulten necesarios para mantener los Bienes de la Concesión en las condiciones exigidas por este Contrato.

Los repuestos incluidos en el inventario antes mencionado serán considerados como Bienes de la Concesión, por lo que les serán aplicables las disposiciones pertinentes de este Contrato.

- 5.25. En la fecha que, de acuerdo a lo previsto en la Cláusula 5.38 deba procederse a la devolución de los Bienes de la Concesión, el CONCESIONARIO deberá entregar por escrito al CONCEDENTE y al Regulador la estadística de repuestos en almacén y los criterios técnicos que justifiquen el volumen de los que considera necesarios para garantizar las operaciones por el plazo de ciento ochenta (180) Días antes indicado, así como el detalle de los repuestos existentes que serán transferidos al CONCEDENTE.

El Regulador deberá verificar la existencia física de los repuestos e insumos en cuestión y certificar el cumplimiento de la obligación que esta cláusula impone al CONCESIONARIO, para lo cual deberá revisar la información proporcionada por el CONCESIONARIO, además de comprobar que los repuestos e insumos cumplen con lo exigido por este Contrato y las Leyes y Disposiciones Aplicables, así como que se adecuan a la tecnología que venía siendo aplicada por el CONCESIONARIO. Para tal efecto, será de aplicación lo estipulado en la Cláusula 5.24.



De los Bienes destinados a la Ejecución del Contrato

- 5.26. Los Bienes de la Concesión sólo estarán destinados a la ejecución del presente Contrato, sin perjuicio de lo indicado en la Cláusula 8.27. El CONCESIONARIO tiene derecho a ocupar, usar y explotar los Bienes de la Concesión para los fines de este Contrato durante todo el Plazo de la Concesión.
- 5.27. El CONCESIONARIO siempre responderá frente al CONCEDENTE por los Bienes de la Concesión, inclusive respecto de aquellos que el CONCESIONARIO entregue a terceros para la ejecución de las Inversiones Obligatorias.
- 5.28. El Área de la Concesión que sea entregada a la Toma de Posesión, será recibida por el CONCESIONARIO en el lugar y estado de conservación en que se encuentren. El estado de estos bienes corresponde a las declaraciones del CONCEDENTE, el cual se detalla en el Anexo 8 del presente Contrato.
- 5.29. El CONCESIONARIO está obligado a realizar actividades destinadas a preservar, durante el Plazo de la Concesión, el estado de Conservación y la naturaleza de los bienes destinados a la ejecución del Contrato, sea que se traten de Bienes de la Concesión o de Bienes del CONCESIONARIO. El CONCESIONARIO está obligado también a realizar actividades de mantenimiento y, en general, todos aquellos trabajos necesarios para mantener la operatividad de dichos bienes y para evitar un impacto ambiental negativo. El CONCESIONARIO está obligado a realizar las mejoras necesarias que requieran los bienes antes mencionados de acuerdo con los Niveles de Servicio exigidos. En todas estas tareas el CONCESIONARIO procurará tanto utilizar tecnologías de conocida efectividad, así como la introducción de nuevas tecnologías, previa opinión del Regulador y la respectiva conformidad del CONCEDENTE.
- 5.30. Para efectos de lo mencionado en el párrafo anterior, se considera impacto ambiental negativo a cualquier alteración significativa que cause daño a uno o más de los componentes del ambiente, provocados por la acción antrópica o por fenómenos naturales en el área de influencia directa de la Concesión.
- 5.31. El CONCESIONARIO asumirá el costo de las acciones de Conservación que sean necesarias efectuar sobre los Bienes de la Concesión, con el fin de alcanzar y mantener los requerimientos contenidos en los Anexos 6 y 7.
- 5.32. Los Bienes de la Concesión, tanto aquellos entregados por el CONCEDENTE como los que el CONCESIONARIO incorpore o construya durante la Concesión, no podrán ser trasladados fuera del Área de la Concesión, ni transferidos separadamente de la Concesión, hipotecados o sometidos a garantía mobiliaria regulada en la Ley N° 28677, Ley de la Garantía Mobiliaria o sometidos a gravámenes de ningún tipo, sin la aprobación previa del CONCEDENTE.
- El CONCEDENTE deberá pronunciarse en un plazo de treinta (30) Días contados desde la fecha de recibida la solicitud del CONCESIONARIO, con opinión previa del Regulador, la misma que deberá ser emitida dentro de los primeros quince (15) Días. De no existir pronunciamiento del CONCEDENTE en dicho plazo, la solicitud se entenderá denegada.
- 5.33. El incumplimiento de dicha disposición por parte del CONCESIONARIO dará lugar a la aplicación de penalidades establecidas en el Anexo N° 10 del presente Contrato.



- 5.34. En caso se requiera el traslado urgente de cualquiera de los Bienes de la Concesión por emergencias, el CONCESIONARIO podrá disponer su traslado fuera del Área de la Concesión previa aprobación del CONCEDENTE y opinión del Regulador, indicando los siguientes aspectos: i) La razón del traslado; ii) El lugar a donde se envía el Bien de la Concesión involucrado; iii) Los Días que permanecerá en ese lugar, lo que no podrá exceder de treinta (30) Días Calendario, salvo que el CONCEDENTE autorice un plazo mayor; y, iv) Que se adjunte a la comunicación al CONCEDENTE y al Regulador, un certificado emitido por la respectiva aseguradora en el sentido que el Bien de la Concesión permanecerá cubierto por los seguros aludidos en la Sección XII del Contrato, aun cuando se encuentre fuera del Área de la Concesión.
- 5.35. El CONCESIONARIO deberá inscribir a nombre del CONCEDENTE, los Bienes de la Concesión en el Registro Público respectivo, de ser legalmente posible, de conformidad con las normas de cada Registro, dentro del plazo máximo de tres (03) meses de culminada su construcción, adquisición o ejecución, salvo demora o retraso justificado de la administración pública. Para estos efectos, el CONCEDENTE autoriza expresamente al CONCESIONARIO a realizar todas las gestiones administrativas que se requieran, y prestará su colaboración y mejores esfuerzos, cuando fuera necesario.

Es de indicar, que esta obligación está referida a los bienes que adquiera o ejecute el CONCESIONARIO a partir de la Fecha de Cierre. Es obligación del CONCESIONARIO comunicar al CONCEDENTE la inscripción de los Bienes de la Concesión en un plazo no mayor de los treinta (30) Días Calendario de producido el registro.

- 5.36. El CONCESIONARIO será responsable por los daños, perjuicios o pérdidas ocasionados a los Bienes de la Concesión desde la Toma de Posesión hasta la fecha de suscripción del Acta de Reversión de los Bienes de la Concesión o hasta la entrega de los mismos al Interventor de conformidad con la Cláusula 15.30. En consecuencia, el CONCESIONARIO deberá tomar las medidas de seguridad que garanticen la integridad de los Bienes de la Concesión ante daños y perjuicios que pudieran ser ocasionados por terceros, y ante la inminencia de estas ocurrencias será aplicable lo dispuesto en la Cláusula 12.3.3.

El CONCESIONARIO mantendrá indemne al CONCEDENTE respecto de y contra cualquier acción o excepción de naturaleza legal, administrativa, arbitral o contractual, o reclamo de cualquier naturaleza respecto de los Bienes de la Concesión, siempre y cuando esta situación se hubiera originado por actos u omisiones ocurridos durante el periodo comprendido entre la fecha de culminación de la Toma de Posesión y la fecha de suscripción del Acta de Reversión de los Bienes de la Concesión o hasta la entrega de los mismos al Interventor de conformidad con la Cláusula 15.30, salvo que exista una causa imputable al CONCEDENTE.

El CONCESIONARIO será responsable ante el CONCEDENTE, el Regulador y los terceros, según corresponda, por la correcta administración y uso de los Bienes de la Concesión, así como por el riesgo inherente a los mismos.

Por su parte el CONCEDENTE asumirá la responsabilidad por los daños y perjuicios que afecten al CONCESIONARIO como consecuencia de: i) cualquier situación o hecho anterior a la Toma de Posesión, incluyendo la responsabilidad por los pasivos ambientales y laborales pre-existentes; ii) cualquier situación o hecho que habiéndose presentado después de la Toma de Posesión, se originen



por causas surgidas con anterioridad a la misma y; iii) cualquier situación o hecho imputable al CONCEDENTE. El CONCEDENTE mantendrá indemne al CONCESIONARIO respecto de cualquier reclamo o acción de terceros que se derive de tales hechos.

Asimismo, el CONCEDENTE reconoce que cualquier reclamo, acción o acto iniciado por terceros con relación al Área de la Concesión, por hechos o situaciones originadas antes de las fechas de realización de los actos de Toma de Posesión indicados en la Cláusula 5.16, según corresponda, no serán de responsabilidad del CONCESIONARIO, de acuerdo con las Leyes y Disposiciones Aplicables. El CONCEDENTE se obliga a mantener libre de responsabilidad al CONCESIONARIO, por los reclamos, acciones o actos antes mencionados.

El CONCESIONARIO se obliga a contratar una póliza de seguro sobre los Bienes de la Concesión en los términos que fija la Sección XII.

- 5.37. A partir de la Toma de Posesión y hasta la fecha de suscripción del Acta de Reversión de los Bienes de la Concesión o hasta la entrega de los mismos al Interventor de conformidad con la Cláusula 15.30, el CONCESIONARIO será el único responsable y obligado a pagar los impuestos, tasas y contribuciones que correspondan en relación a los Bienes de la Concesión, de conformidad con las Leyes y Disposiciones Aplicables, considerando entre dichas disposiciones normativas lo dispuesto en el Texto Único Ordenado de la Ley de Tributación Municipal aprobado mediante Decreto Supremo N° 156-2004-EF o norma posterior que la modifique, complemente o sustituya.

Reversión de los Bienes de la Concesión

- 5.38. Producida la Caducidad de la Concesión por cualquier causa, el CONCESIONARIO tiene la obligación de devolver al CONCEDENTE o a quien éste designe previamente y por escrito, dentro de los cuarenta (40) Días siguientes, en un único acto, o mediante entregas parciales, el Área de la Concesión que le fuera entregada por el CONCEDENTE en la Toma de Posesión correspondiente, o por constitución de servidumbres u otros actos posteriores, libre de ocupantes, así como todos los Bienes de la Concesión, los mismos que deberán estar en buen estado de conservación salvo por el desgaste normal por el uso de dichos bienes, en condiciones de uso y explotación, según los Niveles de Servicio establecidos en el Anexo 7
- 5.39. Durante el acto de devolución, el CONCESIONARIO y el CONCEDENTE suscribirán la respectiva Acta de Reversión de los Bienes de la Concesión. En dicha Acta se establecerán los datos de los representantes y la descripción de los bienes objeto de la devolución, especificando para cada uno de sus componentes: características, ubicación, estado de conservación, anotaciones sobre funcionamiento o rendimiento y demás elementos de interés.
- 5.40. Formará parte del Acta de Reversión de los Bienes de la Concesión el Inventario Final así como cualquier otro elemento que ayude a identificar el objeto entregado y su estado de conservación, pudiendo incluirse planos, fotografías o esquemas.
- 5.41. El Acta de Reversión de los Bienes se suscribirá en tres (3) originales, uno de los cuales será entregado al Regulador.



Reversión del Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta

- 5.42. Considerando que el Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta, Tramo 3, forma parte de la Línea 4, el CONCEDENTE se reserva el derecho de solicitar su reversión, en cualquier momento, para lo cual se procederá conforme a lo señalado en las cláusulas 5.38 a 5.41.
- 5.43. A la fecha de suscripción del Acta de Reversión del Tramo 3 se extingue el derecho del CONCESIONARIO a cobrar el RPMO correspondiente al Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta.

Transferencia de los Bienes del CONCESIONARIO

- 5.44. Mediante el presente Contrato, el CONCESIONARIO otorga a favor del CONCEDENTE una opción de compra irrevocable, a título gratuito, respecto de los Bienes del CONCESIONARIO, de modo que en caso de ejercicio de la opción por parte del CONCEDENTE, la propiedad de dichos bienes será automáticamente transferida a su favor, conforme a los términos y condiciones establecidos en las Cláusulas siguientes.
- 5.45. El ejercicio de la opción podrá efectuarse en cualquier momento desde los doce (12) meses previos a la Caducidad de la Concesión por vencimiento del plazo y hasta un plazo máximo de sesenta (60) Días Calendario contados desde la fecha de Caducidad de la Concesión por vencimiento del plazo. En el caso de Caducidad de la Concesión de manera anticipada, por cualquiera de las causales previstas en este Contrato, el ejercicio de la opción podrá efectuarse hasta en un plazo máximo de seis (6) meses contados desde la fecha de Caducidad de la Concesión.
- 5.46. El CONCEDENTE tendrá el derecho a ejercer la opción por uno o más de los Bienes del CONCESIONARIO, a su solo criterio y decisión.
- 5.47. La opción se deberá ejercer por escrito, mediante carta notarial dirigida al domicilio del CONCESIONARIO a que se refiere la Cláusula 21.1., y surtirá efecto al día siguiente de recibida la mencionada carta notarial. En dicha fecha los Bienes del CONCESIONARIO se considerarán obligatoria y automáticamente transferidos a favor del CONCEDENTE.
- 5.48. El precio del o de los bienes, objeto de la opción, será aquel que figure en los estados financieros del CONCESIONARIO, al momento de ejercer el derecho de opción de compra, y deberá ser pagado por el CONCEDENTE en un plazo no mayor de sesenta (60) Días Calendario contados a partir de la fecha en que surta efecto la opción. El CONCEDENTE se obliga a obtener las autorizaciones que resulten necesarias para permitir el cabal y oportuno cumplimiento de esta obligación.
- 5.49. Los tributos que pudieran gravar la opción o la transferencia de los Bienes del CONCESIONARIO a favor del CONCEDENTE serán de cuenta y cargo de quien corresponda según las Leyes y Disposiciones Aplicables. Si el bien perdiera valor en este periodo de tiempo, se restará del monto a pagar por parte del CONCEDENTE.
- 5.50. La transferencia de los bienes a favor del CONCEDENTE, que hubiesen sido objeto de opción, deberá realizarse libre de cualquier carga o gravamen o la



liberación de dicho gravamen será de responsabilidad y costo del CONCESIONARIO.

- 5.51. Los bienes adquiridos por el CONCEDENTE como consecuencia del ejercicio de la opción deberán ser puestos a su disposición en la fecha en que surta efecto la opción. En cualquier caso el CONCESIONARIO se obliga a cuidar y mantener los bienes hasta su entrega efectiva al CONCEDENTE.
- 5.52. Sin perjuicio de lo indicado en las Cláusulas anteriores, el CONCESIONARIO está obligado a poner a disposición del CONCEDENTE los Bienes del CONCESIONARIO, para ser explotados, desde la fecha de Caducidad de la Concesión y hasta la fecha en que surta efecto la opción o en que venza el plazo para su ejercicio. Durante el plazo en que el CONCEDENTE utilice los Bienes del CONCESIONARIO, las Partes acordarán los términos y condiciones que resulten aplicables para el uso de dichos bienes.

Bienes que no permitan cumplir con los Niveles de Servicio

- 5.53. Los Bienes de la Concesión que no permitan cumplir con los Niveles de Servicio y/o resulten innecesarios para la prestación del Servicio, situación que deberá sustentarse con un estudio técnico, podrán ser dados de baja, a criterio del CONCESIONARIO y según las instrucciones del CONCEDENTE. De ser el caso, los costos asociados a la devolución de dichos bienes al CONCEDENTE serán íntegramente asumidos por el CONCESIONARIO. Para tal efecto, el CONCEDENTE coordinará con el CONCESIONARIO el lugar, fecha y hora en que deberá efectuarse la entrega de los mencionados bienes. Esta entrega deberá constar en un acta de baja o devolución de Bienes de la Concesión que deberán firmar los representantes de ambas Partes como constancia de lo ocurrido.

De las Servidumbres

- 5.54. El CONCEDENTE es responsable y se compromete a ejecutar los procedimientos de expropiación de derechos y/o de imposición de servidumbres que requiera el CONCESIONARIO para el cumplimiento de sus obligaciones conforme a este Contrato, previa solicitud de este último, conforme al procedimiento y cumpliendo los requisitos previstos en la ley de la materia, y las atribuciones conferidas por el literal c) del Artículo 30° del Reglamento. Todos los costos relacionados con los procedimientos de imposición de servidumbres serán asumidos en su totalidad por el CONCEDENTE.
- 5.55. Las servidumbres para la ocupación de bienes privados podrán ser:
- a) De ocupación temporal de bienes de propiedad particular, indispensables para la ejecución de Obras y la Explotación del Proyecto.
 - b) De tránsito, para la custodia, Conservación y reparación de las Obras, equipos e instalaciones de la Concesión.
- 5.56. Las servidumbres, una vez impuestas, serán consideradas como derechos de la Concesión.
- 5.57. Las servidumbres de ocupación temporal dan derecho al propietario del predio sirviente a percibir el pago de las indemnizaciones y compensaciones que establecen las Leyes y Disposiciones Aplicables. La negociación y el costo de las indemnizaciones a que hubiere lugar, como resultado de la imposición de tales servidumbres, corresponderán al CONCEDENTE.



- 5.58. El CONCEDENTE brindará las facilidades y efectuará las coordinaciones para que el CONCESIONARIO pueda utilizar el auxilio de la fuerza pública, siempre que exista oposición del propietario o conductor del predio sirviente, sin perjuicio a que pueda iniciar las acciones legales a que hubiere lugar.
- 5.59. El CONCEDENTE reconoce el derecho del CONCESIONARIO de evitar u oponerse a cualquier reparación o modificación que intente realizar cualquier entidad pública o privada, favorecida o no con una servidumbre, y cuyo ejercicio resulte incompatible con el ejercicio de sus derechos de conformidad con el presente Contrato. El CONCESIONARIO podrá solicitar al CONCEDENTE su intervención para la adecuada defensa de su derecho.
- 5.60. En caso una servidumbre se extinguiera por una causa imputable al CONCESIONARIO y por esta razón, hubiera la necesidad de imponerla nuevamente, corresponderá al CONCESIONARIO obtenerla por su cuenta y costo a favor del CONCEDENTE. Por el contrario, si por alguna razón no imputable al CONCESIONARIO, éste perdiera el derecho a alguna servidumbre ya constituida, el CONCEDENTE estará obligado a obtener, por su cuenta y costo, la imposición de una nueva servidumbre a favor del CONCESIONARIO, que sustituya la anterior.
- 5.61. De conformidad con lo previsto en el Artículo 31° del TUO en caso sea necesario modificar una servidumbre, el CONCESIONARIO queda obligado a informar al CONCEDENTE de las modificaciones realizadas con la actualización del Inventario Anual y a restablecer dicha servidumbre al término de la Concesión.

Defensas posesorias

- 5.62. El CONCESIONARIO tiene la obligación de ejercitar las siguientes modalidades de defensa posesoria a partir de la Toma de Posesión, tanto para el caso de intento de usurpación de los bienes inmuebles entregados al CONCESIONARIO, o del Área de la Concesión, como en el caso de actividades incompatibles con el buen uso de dicha área por parte de terceros siempre que el CONCEDENTE efectivamente le hubiese entregado dichas áreas desocupadas al CONCESIONARIO:
- a) Defensa posesoria extrajudicial, utilizada para repeler la fuerza que se emplee contra el CONCESIONARIO y poder recobrar el bien, sin intervalo de tiempo, si fuere desposeída, pero absteniéndose siempre del empleo de vías de hecho no justificadas por las circunstancias.
 - b) Defensa posesoria judicial, que el CONCESIONARIO deberá, en caso que recaiga sobre la Concesión cualquier afectación, desposesión, ocupación, usurpación, etc., comunicar al Regulador y al CONCEDENTE dichos hechos y hacer uso de los mecanismos y recursos judiciales que le permitan mantener indemne el derecho del CONCEDENTE sobre los Bienes de la Concesión.

El ejercicio de las defensas antes descritas no exime de responsabilidad al CONCESIONARIO, el cual, ante un supuesto como los descritos en los párrafos precedentes, deberá coordinar inmediatamente con el CONCEDENTE la interposición de las acciones legales que el CONCESIONARIO deberá entablar, a fin de mantener indemne el derecho del CONCEDENTE sobre los Bienes de la Concesión, siempre que estos reclamos se originen en hechos ocurridos después de la transferencia de dichos bienes al CONCESIONARIO.



El ejercicio de las defensas posesorias, tanto judiciales como extra judiciales, son responsabilidad del CONCESIONARIO, debiendo asumir el costo que ellas demanden.

El incumplimiento del ejercicio de las defensas posesorias dará lugar a la aplicación de penalidades establecidas en el Anexo 10 del presente Contrato.

SECCION VI: INVERSIONES OBLIGATORIAS Y PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA

- 6.1 Las Inversiones Obligatorias, su Integración, las Pruebas de Puesta en Marcha, la Puesta en Operación Comercial y la Explotación, son responsabilidad del CONCESIONARIO y deberán ser ejecutadas conforme al EDI aprobado, asumiendo plena responsabilidad por los resultados, y asegurando su funcionamiento conforme a los Niveles de Servicio a que se refiere el Anexo 7.

El Contrato de Construcción, el Contrato de Provisión del Equipamiento de Sistema, el Contrato de Provisión de Material Rodante, el Contrato de Operación o el Contrato de Asistencia Técnica para la Operación, según corresponda, y cualquier otro contrato que deba suscribir el CONCESIONARIO con terceros para cumplir con las obligaciones de la Concesión, son de exclusiva responsabilidad del CONCESIONARIO. Los incumplimientos o errores del Constructor, Proveedor de Material Rodante, Operador o Asesor Técnico en Operación, Consultoras, o de otras partes en dichos contratos, no son oponibles al CONCEDENTE para justificar incumplimientos de este Contrato.

Del Plan de Desarrollo de los Estudios Definitivos de Ingeniería

- 6.2 El CONCESIONARIO deberá presentar al CONCEDENTE con copia al Regulador el Plan de Desarrollo de los EDI a más tardar a los treinta (30) Días Calendario contados a partir de la Fecha de Cierre.

A tal efecto, en un plazo máximo de cinco (05) Días Calendario, el Regulador emitirá su opinión sobre la materia, la cual deberá ser remitida al CONCESIONARIO y al CONCEDENTE para su evaluación. El CONCEDENTE dispondrá de un plazo máximo de cinco (05) Días Calendario, a partir de recibida la opinión del Regulador, para aprobarlo o para emitir las observaciones correspondientes. En caso el CONCEDENTE no se pronuncie en el plazo señalado, se entenderá por denegado el Plan de Desarrollo del Estudio Definitivo de Ingeniería.

El CONCESIONARIO dispondrá de un plazo máximo de cinco (05) Días para subsanar las observaciones que puedan ser formuladas por el CONCEDENTE, contados desde la fecha de recepción de dichas observaciones. La subsanación de las observaciones deberá ser remitida tanto al CONCEDENTE como al Regulador. El Regulador contará con un plazo de tres (03) Días para emitir su opinión la cual deberá ser remitida al CONCEDENTE, quien deberá pronunciarse en un plazo no mayor de tres (03) Días.

En caso el CONCEDENTE no se pronuncie en el plazo señalado, el Plan de Desarrollo de los Estudios Definitivos de Ingeniería presentado, se entenderá por denegado.



El contenido mínimo del Plan de Desarrollo de los EDI se encuentra descrito en el Anexo 6 y deberá formularse considerando lo estipulado en la Cláusula 6.3.

El presente procedimiento será de aplicación en caso el CONCESIONARIO proponga modificaciones al Plan de Desarrollo aprobado durante la formulación de los EDI.

El atraso en la entrega y/o en la absolución de observaciones al Plan de Desarrollo del Estudio Definitivo de Ingeniería dentro de los plazos máximos establecidos en la presente Cláusula, dará lugar a la aplicación de penalidades, conforme a lo previsto en el Anexo 10 del Contrato.

De los Estudios Definitivos de Ingeniería (EDI)

- 6.3 Los EDI deberán ser elaborados, conforme a las Especificaciones Técnicas Básicas, al Contrato y a la normatividad vigente, considerando el procedimiento establecido en la presente Cláusula.

En este sentido, la evaluación que el Regulador y el CONCEDENTE hagan de los EDI tiene como finalidad analizar si lo desarrollado por el CONCESIONARIO se ajusta a lo requerido en la presente Cláusula.

Cualquier aprobación del CONCEDENTE respecto del EDI no debe interpretarse como un traslado de responsabilidad del diseño, el cual es competencia del CONCESIONARIO, por lo que no se limita sólo a la ejecución de las Obras y a la Provisión de Material Rodante, sino que la responsabilidad del CONCESIONARIO es de resultado, e incluye el diseño, y funcionamiento de las Inversiones Obligatorias, que permitan la Integración en los términos y condiciones previstos en el Contrato.

Durante la elaboración de los EDI, el CONCESIONARIO deberá proporcionar al CONCEDENTE y al Regulador, toda la información que éstos soliciten y facilitarles el acceso a las actividades y estudios que el CONCESIONARIO realice para este fin, en tanto dicha información y acceso tengan relación directa con la elaboración de los EDI.

El CONCEDENTE y el Regulador podrán solicitar al CONCESIONARIO información adicional relacionada a los documentos requeridos, la cual deberá ser presentada en un plazo, acorde con el tipo de información solicitada, que no será mayor de tres (03) Días, contados a partir de la fecha en que el Regulador o CONCEDENTE haya formulado por escrito la solicitud correspondiente.

Si durante el desarrollo de los EDI, el CONCESIONARIO determina la necesidad de incorporar una variación al Plan de Desarrollo aprobado, éste deberá cumplir con el procedimiento a que se hace referencia en la Cláusula 6.2.

El CONCESIONARIO, previamente al inicio de la ejecución de las Inversiones Obligatorias de cada Tramo, deberá contar con el EDI correspondiente debidamente aprobado.

- 6.4 El CONCESIONARIO, deberá presentar al CONCEDENTE para su aprobación y con copia al Regulador para su opinión el EDI que corresponda, conforme a los siguientes plazos:



- Para el caso del EDI de Material Rodante de la Primera Etapa, Segunda Etapa y Tercera Etapa, éste será presentado, en una sola oportunidad, a los ciento veinte (120) Días Calendario posteriores a la Fecha de Cierre.
- Para el caso de las Obras, el EDI será presentado por Tramos, en los siguientes plazos máximos:

Para el Tramo 1A: A los ... (...) meses posteriores a la Fecha de Cierre.

Para el Tramo 1B: A los ... (...) meses posteriores a la Fecha de Cierre.

Para el Tramo 2: A los ... (...) meses posteriores a la Fecha de Cierre.

Para el Tramo 3: A los ... (...) meses posteriores a la Fecha de Cierre.

El Regulador emitirá su opinión sobre la materia disponiendo de un plazo máximo de diez (10) Días Calendario de recibido el EDI correspondiente, la cual deberá ser remitida al CONCEDENTE para su evaluación, con copia al CONCESIONARIO para conocimiento.

El CONCEDENTE dispondrá de un plazo máximo de diez (10) Días Calendario, a partir de recibida la opinión del Regulador o de vencido el plazo para emitirla, para aprobarlo o para emitir las observaciones correspondientes, indicando la Especificación Técnica Básica y/o la cláusula contractual y/o la norma incumplida. En caso el CONCEDENTE no se pronuncie en el plazo señalado, se entenderá por denegado el EDI presentado.

El CONCESIONARIO dispondrá de un plazo máximo de diez (10) Días Calendario para subsanar las observaciones que puedan ser formuladas por el CONCEDENTE, contados desde la fecha de recepción de dichas observaciones. La subsanación de las observaciones deberá ser remitida tanto al CONCEDENTE como al Regulador.

El Regulador contará con un plazo de diez (10) Días Calendario para emitir su opinión la cual deberá ser remitida al CONCEDENTE, quien deberá pronunciarse en un plazo no mayor de diez (10) Días Calendario, contados a partir de la recepción de la opinión del Regulador o de vencido el plazo para emitirla.

En caso el CONCEDENTE no se pronuncie en el plazo señalado, el EDI presentado, se entenderá por denegado.

El atraso en la entrega y/o en la absolución de observaciones al respectivo EDI dentro de los plazos máximos establecidos en la presente Cláusula, dará lugar a la aplicación de penalidades, conforme a lo previsto en el Anexo 10 del Contrato.

- 6.5 En los supuestos previstos en la Cláusula 6.4 precedente, si el CONCESIONARIO y el CONCEDENTE no llegaran a un acuerdo respecto de la subsanación de las observaciones efectuadas al EDI, cualquiera de las Partes antes mencionadas podrá solicitar que la controversia sea dirimida por peritaje técnico, a cargo de un perito elegido de común acuerdo entre dichas Partes en un plazo no mayor de quince (15) Días, contados a partir de la fecha de emisión del Informe del Regulador. En caso las partes no arribaran a un acuerdo para la determinación del perito, será de aplicación el procedimiento establecido en la Cláusula 6.71.

La resolución que emita el perito se limitará a determinar si las observaciones han sido subsanadas y deberá efectuarse en un plazo no mayor de diez (10) Días Calendario desde la designación correspondiente.



La resolución del perito será final e inapelable por las Partes y los costos y costas derivados del peritaje serán asumidos por la Parte vencida. En caso que el resultado del peritaje sea adverso para el CONCESIONARIO, éste deberá abonar las penalidades correspondientes, así como presentar una nueva subsanación a la observación, de tal forma que ésta se ajuste a las Especificaciones Técnicas Básicas, al Contrato y la normatividad vigente.

- 6.6 En los EDIs se presentará la ingeniería por Hitos, sean Hitos de Obra e Hitos de Material Rodante. Los Hitos fijados por el CONCESIONARIO estarán fijados y programados según se indique en el Cronograma Detallado indicado en la Cláusula 6.19.
- 6.7 Si durante la ejecución de las Obras, el CONCESIONARIO determina la necesidad de incorporar una variación al EDI aprobado, éstas modificaciones deberán ajustarse al Anexo 6 de las Especificaciones Técnicas Básicas, al Contrato y la normatividad vigente, sin que ello implique reconocimiento de compensaciones económicas y de plazos adicionales a favor del CONCESIONARIO, aplicando el procedimiento a que se hace referencia en la Cláusula 6.3.

Del Estudio de Factibilidad Revisado para Obras (EFR)

- 6.8 A los ciento veinte (120) Días Calendario de la Fecha de Cierre el CONCESIONARIO presentará al CONCEDENTE y al Regulador el Estudio de Factibilidad Revisado (EFR), el cual deberá ser desarrollado en base a la Propuesta Técnica y a la propuesta económica presentada por el CONCESIONARIO al momento el concurso y que fue aceptada por el CONCEDENTE.
- 6.9 El CONCEDENTE y el Regulador podrán solicitar al CONCESIONARIO información adicional relacionada a los documentos requeridos al EFR, la cual deberá ser presentada en un plazo, acorde con el tipo de información solicitada, que no será mayor de tres (03) Días, contados a partir de la fecha en que el Regulador o CONCEDENTE haya formulado por escrito la solicitud correspondiente.
- 6.10 El Regulador dispondrá de un plazo máximo de cinco (05) Días, a partir de recibida la información a que se refiere el párrafo anterior, para emitir las observaciones y comentarios al EFR. El CONCESIONARIO dispondrá de un plazo máximo de cinco (05) Días para subsanar las observaciones que puedan ser formuladas por el Regulador, contados desde la fecha de recepción de dichas observaciones.

Luego de recibida la subsanación de las observaciones presentadas al CONCESIONARIO, el Regulador deberá emitir su opinión favorable en un plazo máximo de diez (10) Días.

Por su parte, el CONCEDENTE dispondrá de un plazo máximo de diez (10) Días Calendario, a partir de recibida la opinión del Regulador o de vencido el plazo para emitirla, para aprobarlo o para emitir las observaciones correspondientes al EFR. En caso el CONCEDENTE no se pronuncie en el plazo señalado, se entenderá por denegado el EFR presentado.



El CONCESIONARIO dispondrá de un plazo máximo de diez (10) Días para subsanar las observaciones que puedan ser formuladas por el CONCEDENTE, contados desde la fecha de recepción de dichas observaciones.

- 6.11 En el EFR se presentará la ingeniería preliminar por Hitos de Obra y los Hitos de Material Rodante. Esto no implica necesariamente que al término de dichos Hitos se inicie operaciones.

El primer Hito de Obra podrá conformarse por los gastos realizados antes del inicio efectivo de la construcción. Cada Hito de Obra no deberá tener un cronograma cuya ejecución sea menor a un trimestre.

- 6.12 En el EFR se realizará un Presupuesto Referencial Total por Hitos de Obra en el que se deberá incluir los presupuestos para cada Hito de Obra. El Presupuesto Referencial Total por Hitos de Obra será expresado sin incluir algún presupuesto para interferencias y expropiaciones.

- 6.13 En el EFR, el Presupuesto Referencial Total por Hitos de Obra más el Presupuesto Base de Expropiaciones e Interferencias podrá diferir del Presupuesto de Obras que el CONCESIONARIO presentó en su propuesta técnica durante el Concurso.

- 6.14 En el EFR se presentará un cronograma de Obra detallado estableciendo los inicios y término de la ejecución de los Hitos de Obra señalados en el numeral 9.3.

El cronograma debe considerar que el término de los Hitos de Obras que forman parte del Tramo 1A de la Primera Etapa no debe superar setecientos ochenta (780) Días Calendario contados a partir de la Fecha de Cierre. Para el Tramo 1B de la Primera Etapa no debe superar mil doscientos noventa (1,290) Días Calendario contados a partir de la Fecha de Cierre.

El término de los Hitos de Obras que forman parte de la Segunda Etapa no debe superar los mil ochocientos treinta (1, 830) Días Calendario contados a partir de la Fecha de Cierre.

En caso el CONCESIONARIO haya incluido en su propuesta técnica, durante la etapa de concurso, un número de Días Calendario menor a los anteriormente señalados, serán estos últimos los que se considerarán para efectos de elaborar el cronograma de Obra.

- 6.15 El CONCESIONARIO podrá programar el inicio de la operación en más etapas de las señaladas en la Cláusula precedente, no obstante se considerará contractualmente cumplida el Tramo 1A de la Primera Etapa, a la Puesta en Operación Comercial de por lo menos (....) trenes y a la culminación de la Construcción del referido Tramo. Asimismo, se considerará contractualmente cumplida el Tramo 1B de la Primera Etapa, a la Puesta en Operación Comercial de por lo menos (....) trenes y a la culminación de la Construcción de la Primera Etapa. Por último, respecto a la Segunda Etapa, esta se considerará contractualmente cumplida a la Puesta en Operación Comercial de al menos (...) trenes y a la culminación de la Construcción del Tramo 2 y Tramo 3 como a su Integración con la Primera Etapa.

- 6.16 En la presentación del EFR se deberá establecer, de igual forma, el cronograma de adquisición y suministro del Material Rodante y el Presupuesto Referencial Total por Hito de Provisión de Material Rodante de la Primera y Segunda Etapa.



- 6.17 En el cronograma de adquisición del Material Rodante de la Primera Etapa se establecerá los distintos desembolsos que se deban realizar para la adquisición del Material Rodante. Este cronograma de pagos podrá empezar a los (...) Días Calendario de la Fecha de Cierre.
- 6.18 El CONCESIONARIO podrá modificar el cronograma de desembolsos hasta antes del plazo establecido en la cláusula anterior, considerando que solamente se podrá reprogramar los desembolsos del siguiente año en adelante, desde la solicitud de reprogramación.

Cronograma Detallado

- 6.19 El CONCESIONARIO deberá presentar, como parte del EDI, un Cronograma Detallado que incluya tiempos de ejecución de todas las partidas relativas a las Obras así como de la Provisión del Material Rodante, los Hitos de Obra y los Hitos de Material Rodante, de la Primera Etapa y la Segunda Etapa, según corresponda, hasta su culminación.

El Cronograma Detallado deberá respetar el plazo máximo establecido en el presente Contrato para la ejecución de las Inversiones Obligatorias a que se refieren las Cláusulas 6.14 y 6.15. Asimismo, deberá ser presentado en medio magnético y físico para la aprobación del CONCEDENTE.

El Cronograma Detallado deberá contemplar todas las partidas y cantidades necesarias para la ejecución de las Inversiones Obligatorias contenidas en los EDI correspondientes.

El CONCESIONARIO podrá realizar modificaciones al Cronograma Detallado, durante la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias, sin alterar o ampliar los plazos máximos establecidos, debiendo para tal efecto contar con la opinión previa del Regulador y la consecuente aprobación del CONCEDENTE.

Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias

Libro de Obra

- 6.20 A partir de la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias, el CONCESIONARIO se obliga a abrir y mantener un libro de obra. En dicho libro de obra se anotarán los hechos más importantes durante la ejecución de esta fase, incluyendo entre otros: relación de materiales que se estén empleando, relación de proveedores y subcontratistas; copia de resultados de Pruebas de Puesta en Marcha, copia de comunicaciones entre el CONCESIONARIO y el Regulador; copia de informes de avance de obra; copia del cumplimiento del calendario de avance de obra; relación de los eventos que han afectado el cumplimiento del calendario de avance de obra; y cualquier otra información útil para documentar la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias. Se anotarán, por último, las condiciones en que se pone en servicio las Inversiones Obligatorias.
- 6.21 El Libro de Obra deberá llevarse en original. Adicionalmente, se deberán tener tres (3) juegos de copias, a ser distribuidas de acuerdo a lo establecido en la cláusula siguiente. Las páginas del libro de obras deberán estar legalizadas notarialmente, numeradas correlativamente, pudiendo adoptarse el sistema mecanizado de hojas sueltas.



El CONCEDENTE y el Regulador, tendrán libre acceso al libro de obra durante la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias. Una vez iniciada la Explotación, el original y una (1) copia serán entregados al CONCEDENTE, dentro de los treinta (30) Días Calendario desde el inicio de Explotación, quedando un juego de copias en poder del CONCESIONARIO y otro en poder del Regulador.

Ejecución de Obras

Programa de Control de Calidad de las Obras

- 6.22 Dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a la Fecha de Cierre, el CONCESIONARIO presentará al CONCEDENTE con copia al Regulador, el programa de control de calidad enfocado en la aplicación de la norma EN 50126, los procedimientos y medidas a seguir para garantizar que los materiales, la construcción y equipamientos, sean de la calidad requerida por las Especificaciones Técnicas Básicas para el Proyecto. El CONCEDENTE y Regulador emitirán sus comentarios por escrito al CONCESIONARIO con respecto a dicho programa dentro de los siguientes treinta (30) días calendario a su presentación. Los comentarios del CONCEDENTE deberán ser incorporados por el CONCESIONARIO quien deberá elaborar una nueva versión del programa para la aprobación del CONCEDENTE. Una vez que el programa sea aprobado por el CONCEDENTE, éste pasará a formar parte del Contrato de Concesión.
- 6.23 La Ejecución de Obras del Tramo 1A deberá iniciarse a más tardar a los (.....) Días Calendario contados a partir del momento en que se cumplan todas y cada una de las siguientes condiciones:
- a) Se haya suscrito el Acta de Entrega del Área de la Concesión – Primera Etapa 1A correspondiente para la construcción y ejecución de las Obras, de acuerdo a lo indicado en la Cláusula 5.16.1
 - b) El CONCESIONARIO haya obtenido la aprobación del EDI, de acuerdo a lo indicado en esta Sección;
 - c) El CONCESIONARIO haya cumplido con entregar la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras, lo cual deberá ocurrir a más tardar a los cinco (05) Días de realizados los eventos anteriores.
 - d) El CONCEDENTE haya comunicado al CONCESIONARIO que los fondos para el cumplimiento de los pagos del PPO se encuentran aprobados y disponibles para su uso, en los términos del Contrato.
 - e) El CONCESIONARIO haya contratado las pólizas de seguros a que se refiere la Cláusula 12.3 y las que determine el estudio de riesgos de la Cláusula 12.2.

Asimismo, el CONCESIONARIO deberá haber dado cumplimiento a todas las obligaciones que le correspondan, de acuerdo a lo previsto en las Leyes y Disposiciones Aplicables.

- 6.24 La Ejecución de Obras del Tramo 1B deberá iniciarse a más tardar a los (.....) Días Calendario contados a partir del momento en que se cumplan todas y cada una de las siguientes condiciones:



- a) Se haya realizado la Toma de Posesión del Área de la Concesión para la construcción y ejecución de las Obras, de acuerdo a lo indicado en la Cláusula 5.16.2
- b) El CONCESIONARIO haya obtenido la aprobación del EDI correspondiente, de acuerdo a lo indicado en esta Sección, ello en caso que dicho estudio se haya desarrollado en Tramos;
- c) El CONCESIONARIO haya cumplido con entregar la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras, correspondiente, lo cual deberá ocurrir a más tardar a los cinco (05) Días de realizados los eventos anteriores.
- d) El CONCESIONARIO haya acreditado el Cierre Financiero, según lo establecido en la Cláusula 9.1.
- e) El CONCEDENTE haya comunicado al CONCESIONARIO que los fondos para el pago del PPO se encuentran aprobados y disponibles para su uso, en los términos del Contrato.
- f) El CONCESIONARIO haya contratado las nuevas pólizas de seguros que se requieran.

Asimismo, el CONCESIONARIO deberá haber dado cumplimiento a todas las obligaciones que le correspondan, de acuerdo a lo previsto en las Leyes y Disposiciones Aplicables.

6.25 La Ejecución de Obras de la Segunda Etapa deberá iniciarse a más tardar a los (.....) Días Calendario contados a partir del momento en que se cumplan todas y cada una de las siguientes condiciones:

- a) Se haya realizado la Toma de Posesión del Área de la Concesión correspondiente para la construcción y ejecución de las Obras, de acuerdo a lo indicado en la Cláusula 5.16.3 y siguientes, según corresponda;
- b) El CONCESIONARIO haya obtenido la aprobación del EDI correspondiente, de acuerdo a lo indicado en esta Sección, ello en caso que dicho estudio se haya desarrollado en Tramos;

6.26 El plazo máximo para la culminación de las Obras del Tramo 1A será de veintiséis (26) meses contados a partir de la Fecha de Cierre, salvo que medie una declaración de Suspensión de Obligaciones o que se apruebe una ampliación del plazo conforme a la Cláusula 6.46 y siguientes.

El plazo máximo para la culminación de las Obras del Tramo 1B será de cuarenta y tres (43) meses contados a partir de la Fecha de Cierre, y de la Segunda Etapa será de sesenta y un (61) meses contados a partir de la Fecha de Cierre, salvo que medie una declaración de Suspensión de Obligaciones o que se apruebe una ampliación del plazo conforme a la Cláusula 6.46 y siguientes.

Si el CONCESIONARIO incumple con el plazo máximo por razones estrictamente imputables a él, resultarán de aplicación las penalidades devengadas desde la fecha en que se produjo el incumplimiento hasta la fecha en que culminen las Obras, conforme a lo establecido en el Anexo 10.

En el caso que el incumplimiento del plazo por causa imputable al CONCESIONARIO, genere un retraso mayor a tres (03) meses consecutivos, además de la aplicación de las penalidades correspondientes, el CONCEDENTE podrá invocar la Caducidad de la Concesión, conforme a lo dispuesto en la Cláusula 15.4, literal r) y siguientes cláusulas y solicitar la ejecución de la Garantía



de Fiel Cumplimiento de Obras y la ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión.

- 6.27 El CONCEDENTE hará sus mejores esfuerzos para que el CONCESIONARIO logre la obtención de las licencias, autorizaciones y/o actos administrativos que se requiera para la ejecución de las Obras en el Área de la Concesión, siempre y cuando el CONCESIONARIO cumpla con los requisitos establecidos en las Leyes y Disposiciones Aplicables.

El CONCEDENTE hará sus mejores esfuerzos para que el CONCESIONARIO pueda inscribir las Obras en los Registros Públicos correspondientes, de ser el caso, sujeto al cumplimiento de los requisitos establecidos en las Leyes y Disposiciones Aplicables.

En caso el CONCESIONARIO no obtenga las licencias, autorizaciones y/o actos administrativos requeridos para la ejecución de las Obras por causas no imputables a él, estará facultado a solicitar la Suspensión de Obligaciones, conforme a lo dispuesto en la Cláusula 19.1 literal d) y siguientes cláusulas.

- 6.28 En el Área de la Concesión o fuera de ella, en los talleres o plantas de fabricación, el CONCEDENTE y Regulador, sin estar obligados a ello, podrán inspeccionar, examinar y comprobar todos los componentes, subsistemas y sistemas, al igual que verificar el avance de la fabricación, la calidad y la conformidad con las Especificaciones Técnicas Básicas que deberán ser proporcionadas en cumplimiento del presente Contrato. Si la fabricación se realizara en instalaciones pertenecientes a subcontratistas, el CONCESIONARIO deberá coordinar el acceso a dichas instalaciones del personal del CONCEDENTE y Regulador, de manera que estos puedan realizar las inspecciones, exámenes y pruebas antes mencionadas. Ninguna de estas inspecciones, exámenes o pruebas, eximirá al CONCESIONARIO del cumplimiento estricto de sus obligaciones conforme a este Contrato de Concesión.

Provisión de Material Rodante

- 6.29 El CONCESIONARIO deberá disponer del Material Rodante para las Pruebas de Puesta en Marcha, conforme a lo siguiente:
- a. Para el Tramo 1A: ____ trenes, cuya conformación será como mínimo de seis (06) coches cada uno, a más tardar a los veintiséis (26) meses contados a partir de la Fecha de Cierre.
 - b. Para el Tramo 1B: ____ trenes, cuya conformación será como mínimo de seis (06) coches cada uno, a más tardar a los cuarenta y tres (43) meses contados a partir de la Fecha de Cierre.
 - c. Para el Tramo 2: _____ trenes, cuya conformación será como mínimo de seis (06) coches cada uno, a más tardar a los sesenta y uno (61) contados a partir de la Fecha de Cierre.
 - d. Para el Tramo 3: _____ trenes, cuya conformación será como mínimo de seis (06) coches cada uno, a más tardar a los sesenta y uno (61) contados a partir de la Fecha de Cierre.



- e. Para la Tercera Etapa: _____ trenes, cuya conformación será como mínimo de seis (06) coches cada uno, a más tardar a los veinticuatro (24) meses contados a partir que el Regulador comunique al CONCESIONARIO y al CONCEDENTE que la Operación de la Concesión requiere la incorporación de trenes adicionales como consecuencia del incremento de las cargas horarias en las horas punta, conforme a lo establecido en las Especificaciones Técnicas Básicas y Niveles de Servicio descritos en los Anexos 6 y 7 del presente Contrato. .

Para el inicio de la Tercera Etapa, el CONCEDENTE deberá contemplar lo siguiente:

- a. Cuando la demanda promedio semestral en hora punta alcance el nivel máximo de ocupación de los trenes disponibles para el Servicio sin incluir la flota de retén y la capacidad de confort haya sido superada y verificada por el Regulador, el CONCESIONARIO deberá presentar un Plan de Provisión de Material Rodante, como mínimo veinticuatro (24) meses antes a la Provisión del Material Rodante necesario para la implementación de la Tercera Etapa. Dicho plan incluirá la cantidad de Material Rodante nuevo requerido, el mismo que deberá cubrir razonablemente la demanda esperada para los siguientes años de la Concesión.
- b. En caso el mencionado plan sea aprobado por el CONCEDENTE, el CONCESIONARIO procederá a entregar información económica de las últimas tres (03) licitaciones de Material Rodante de similares características técnicas.
- c. El CONCEDENTE revisará la información entregada y calculará un promedio ponderado que será el precio referencial para la adquisición del Material Rodante de la Tercera Etapa. Para estos efectos, el CONCEDENTE requerirá la opinión previa del Regulador. El CONCEDENTE podrá tomar en consideración otra información relevante.

El Regulador se encargará de verificar que el Material Rodante cumpla con las Especificaciones Técnicas Básicas exigidas en el presente Contrato (Anexo 6) para su correcto funcionamiento. Para la Provisión del Material Rodante el CONCESIONARIO deberá respetar el Cronograma Detallado contenido en el EDI de Material Rodante aprobado.

- 6.30 Si el CONCESIONARIO incumple con la Provisión del Material Rodante en los plazos antes señalados por razones estrictamente imputables a él, resultarán de aplicación las penalidades devengadas desde la fecha en que se produjo el incumplimiento hasta su efectiva provisión, conforme a lo establecido en el Anexo 10.
- 6.31 El diseño del Material Rodante a ser suministrado por el CONCESIONARIO deberá asegurar las prestaciones, calidad de confort y seguridad establecidas en las Especificaciones Técnicas Básicas del Anexo 6 que forma parte del presente Contrato.

En caso de verificarse que el Material Rodante a ser suministrado por el CONCESIONARIO para la prestación del Servicio incumple con las



Especificaciones Técnicas Básicas señaladas en el párrafo anterior será de aplicación las penalidades establecidas en el Anexo 10, sin perjuicio de la obligación del CONCESIONARIO de adoptar las medidas necesarias para dicho cumplimiento en un periodo no mayor de treinta (30) Días.

Si la aplicación de las mencionadas penalidades supera el límite máximo establecido en el inciso e) de la Cláusula 15.4, el CONCEDENTE podrá invocar la Caducidad de la Concesión por incumplimiento del CONCESIONARIO de acuerdo a lo establecido en la Sección XV y solicitar la ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante y la ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión.

- 6.32 El CONCESIONARIO deberá gestionar la certificación del Material Rodante de acuerdo a las Leyes y Disposiciones Aplicables.

El CONCEDENTE hará sus mejores esfuerzos para que el CONCESIONARIO pueda inscribir el Material Rodante en los Registros Públicos correspondientes, de ser el caso, sujeto al cumplimiento de los requisitos establecidos en las Leyes y Disposiciones Aplicables. En caso el CONCESIONARIO no obtenga las licencias, autorizaciones y/o actos administrativos requeridos para la operación del Material Rodante por causas no imputables a él, estará facultado a solicitar la Suspensión de Obligaciones conforme a lo dispuesto en la Cláusula 19.1 literal d) y siguientes cláusulas.

Hito de Obra

- 6.33 En la emisión de los EFR indicados en la Cláusula 6.11, el CONCESIONARIO deberá establecer y presentar los Hitos de Obra.
- 6.34 Asimismo, el CONCESIONARIO deberá incluir en el Cronograma Detallado la programación para la ejecución de los Hitos de Obra, los mismos que deberán respetar los plazos de ejecución de las Inversiones Obligatorias de acuerdo a lo establecido en la Cláusula 6.14. Los Hitos de Obra deberán tener un plazo no menor a un Trimestre.
- 6.35 El primer Hito de Obra podrá conformarse por los gastos realizados antes del inicio efectivo de la construcción. Cada Hito de Obra no deberá tener un cronograma cuya ejecución sea menor a un trimestre y no menor a _____ y 00/100 Dólares (US\$ _____).
- 6.36 En el EFR se establecerán los Avances de Obra por trimestre, avances físicos de cada Hito de Obra, así como sus respectivos presupuestos que forman parte del Presupuesto Referencial Total por Hitos de Obra.
- 6.37 Cada Hito de Obra e Hito de Provisión de Material Rodante considerará uno o mas Avances de Obra.

Interferencias Adicionales

- 6.38 Si durante la ejecución de Obras el CONCESIONARIO identifica interferencias en el Área de la Concesión adicionales a las liberadas o identificadas por el CONCEDENTE, tales como redes de agua potable y de desagüe, cables o conexiones de electricidad, fibra óptica, telefonía u otros no listados precedentemente y que afecten el desarrollo de las Obras deberá presentar su



solicitud de ampliación de plazos al CONCEDENTE con copia al Regulador, adjuntando un informe que sustente i) tipo de interferencia, ii) el grado de obstrucción al Proyecto, iii) el tiempo estimado para la liberación del área.

A tal efecto, en un plazo máximo de quince (15) Días Calendario, el Regulador emitirá su opinión sobre la materia, la cual deberá ser remitida al CONCESIONARIO y al CONCEDENTE para su evaluación. El CONCEDENTE dispondrá de un plazo máximo de quince (15) Días Calendario, a partir de recibida la opinión del Regulador, para aprobarlo o para emitir las observaciones correspondientes. En caso el CONCEDENTE no se pronuncie en el plazo señalado, se entenderá por denegada la solicitud.

El CONCESIONARIO dispondrá de un plazo máximo de cinco (05) Días para subsanar las observaciones que puedan ser formuladas por el CONCEDENTE, contados desde la fecha de recepción de dichas observaciones. La subsanación de las observaciones deberá ser remitida tanto al CONCEDENTE como al Regulador. El Regulador contará con un plazo de cinco (05) Días para emitir su opinión la cual deberá ser remitida al CONCEDENTE, quien deberá pronunciarse en un plazo no mayor de tres (03) Días.

En caso el CONCEDENTE no se pronuncie en el plazo señalado, la solicitud se entenderá por denegada.

- 6.39 En caso que la solicitud haya sido denegada por el CONCEDENTE, el CONCESIONARIO podrá solicitar la opinión de un perito, conforme al procedimiento a que se refiere la Clausula 6.71

El procedimiento de elección del perito involucra que el Regulador proponga al CONCESIONARIO cuatro (04) entidades de reconocido prestigio nacional o internacional para realizar el peritaje. De estas cuatro (04) entidades el CONCESIONARIO deberá contratar a una en un plazo máximo de treinta (30) Días Calendario de recibida la propuesta del Regulador, informándole a éste. De no ocurrir esta contratación, se entenderá que el CONCESIONARIO autoriza irrevocablemente al Regulador para que en su nombre y representación contrate al perito según su leal saber y entender, obligándose el CONCESIONARIO a suscribir el contrato correspondiente. En este caso, el pago del total de los honorarios estará a cargo del CONCESIONARIO.

Las Partes reconocen que el peritaje se realiza a mero arbitrio del perito, no siendo impugnable, salvo que se pruebe la mala fe del mismo.

- 6.40 La ejecución de las interferencias adicionales deberán ser financiadas por el CONCESIONARIO.
- 6.41 El CONCEDENTE hará sus mejores esfuerzos para que el CONCESIONARIO logre la liberación de las interferencias adicionales que se requieran para la continuidad de la ejecución de las Obras en el Área de la Concesión que corresponda, siempre y cuando el CONCESIONARIO cumpla con los requisitos establecidos en las Leyes y Disposiciones Aplicables.
- 6.42 Por otra parte, si se diera una demora en el retiro de las interferencias adicionales por causas no imputables al CONCESIONARIO, éste podrá invocar la Suspensión de Obligaciones de acuerdo a la Cláusula 19.1.



Supervisión de las Inversiones Obligatorias y de los EDI

6.43 Corresponde al Regulador directamente o a través del Supervisor designado por este, efectuar las acciones de supervisión y fiscalización técnica que le competen durante la ejecución de las Inversiones Obligatorias así como respecto a los EDI presentados. De ser el caso, la designación del Supervisor deberá ser comunicada por escrito por el Regulador al CONCEDENTE y al CONCESIONARIO, en un plazo máximo de cinco (05) Días, contados a partir de la fecha de suscripción del contrato con el Supervisor antes indicado. Sin perjuicio de lo antes mencionado, la titularidad de la función supervisora se mantiene en el Regulador.

El Supervisor de Inversiones Obligatorias, designado por el Regulador, deberá contar con la experiencia técnica probada y acreditada en la supervisión de ejecución e integración de Obras y Explotación de sistemas ferroviarios de las mismas características y complejidad técnica de las del Proyecto.

El Regulador contratará los servicios de un Asesor Independiente de Seguridad para la certificación de seguridad progresiva de los Tramos y finalmente una vez culminado todo el Proyecto. Dicha contratación se efectuará adicionalmente a la contratación del Supervisor de Inversiones Obligatorias y a las certificaciones de calidad que el CONCESIONARIO proveerá de los componentes, subsistemas y sistemas.

Esta certificación tendrá por objetivo acreditar la idoneidad del funcionamiento integrado de las Obras Civiles, el Equipamiento de Sistemas, el Equipamiento Electromecánico y el Material Rodante aplicando los estándares y normas internacionales vigentes para el Proyecto que garanticen la seguridad en la prestación del Servicio.

Las funciones del Supervisor de Obras, en caso de designación serán ejercidas de acuerdo a las facultades conferidas por el Regulador.

El CONCESIONARIO deberá dar al Regulador y al Supervisor y al equipo que éste disponga de ser el caso, libre acceso al Área de la Concesión para realizar sin obstáculos su labor con la exactitud requerida.

Asimismo, el CONCESIONARIO deberá coordinar con el Constructor y el Proveedor de Material Rodante a efectos que el Regulador y el Supervisor realicen las actividades de fiscalización durante el proceso de fabricación del Material Rodante y del Equipamiento de Sistema.

6.44 El Supervisor no deberá estar prestando directamente ni indirectamente algún tipo de servicios a favor del CONCESIONARIO, sus accionistas o Empresas Vinculadas, en el Perú o en el extranjero. Esta limitación deberá abarcar desde el año anterior al que se seleccione al Supervisor, hasta un año posterior a la culminación de la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias. Asimismo, el Supervisor deberá mantener la confidencialidad debida respecto de la información a la que tenga acceso, para el cumplimiento de sus funciones, y cualquier otra información o comunicación vinculada a la etapa de Inversiones Obligatorias.

6.45 Los costos derivados de las actividades de supervisión en que incurra el Regulador, para los EDI y las Inversiones Obligatorias, serán de cargo del



CONCESIONARIO, el mismo que asciende hasta un monto de _____ y 00/100 Dólares (US\$ _____) más el IGV.

Ampliación del Plazo de Ejecución de Obras

- 6.46 El CONCESIONARIO podrá solicitar al CONCEDENTE, con copia al Supervisor, la ampliación o prórroga del plazo total para la ejecución de las Obras, la misma que deberá estar debidamente fundamentada.

Las solicitudes de ampliación de plazo se sujetarán al siguiente procedimiento:

- El CONCESIONARIO, deberá anotar en el libro de obra las circunstancias que a su criterio ameriten ampliación de plazo para la culminación del total de las Obras.
- El CONCESIONARIO deberá presentar la solicitud correspondiente al CONCEDENTE, con copia al Regulador, debidamente sustentada, incluyendo el nuevo Cronograma Detallado.
- El Regulador emitirá su opinión sobre dicha ampliación al CONCEDENTE, en un plazo máximo de diez (10) Días Calendario contados desde la recepción de la solicitud.
- Una vez recibida la opinión del Regulador, el CONCEDENTE resolverá sobre la ampliación solicitada en un plazo máximo de diez (10) Días Calendario. De no existir pronunciamiento alguno por parte del CONCEDENTE, dentro del plazo mencionado anteriormente, se considerará denegada la solicitud.

- 6.47 En el supuesto que el inicio o el avance de las Obras se retrasara por un hecho imputable al CONCEDENTE o por Fuerza Mayor o caso fortuito, el CONCESIONARIO, a su solicitud, tendrá derecho a solicitar la Suspensión de Obligaciones, de conformidad con lo establecido en la Cláusula 19.1, por un período no menor al que dure dicho retraso.

Ampliación del Plazo de Provisión de Material Rodante

- 6.48 El CONCESIONARIO podrá solicitar, por única vez, al CONCEDENTE, con copia al Regulador, la ampliación o prórroga del plazo total para la Provisión de Material Rodante, la misma que deberá estar debidamente fundamentada.

Las solicitudes de ampliación de plazo se sujetarán al siguiente procedimiento:

- El CONCESIONARIO deberá presentar la solicitud correspondiente al CONCEDENTE, con copia al Regulador, debidamente sustentada, indicando el nuevo plazo para la Provisión de Material Rodante.
- El Regulador emitirá su opinión sobre dicha ampliación al CONCEDENTE, en un plazo máximo de diez (10) Días Calendario contados desde la recepción de la solicitud.
- Una vez recibida la opinión del Regulador, el CONCEDENTE resolverá sobre la ampliación solicitada en un plazo máximo de diez (10) Días Calendario. De no existir pronunciamiento alguno por parte del CONCEDENTE, dentro del plazo mencionado anteriormente, se considerará denegada la solicitud.

- 6.49 En el supuesto que la provisión del Material Rodante se retrasara por un hecho de Fuerza Mayor o caso fortuito, el CONCESIONARIO, a su solicitud, tendrá derecho a solicitar la Suspensión de las Obligaciones vinculadas a la Provisión de Material Rodante, de conformidad con lo señalado en la cláusula 19.1.



Informes de Avance de Obras

- 6.50 El CONCESIONARIO deberá presentar al Regulador, Informes de Avance de Obras relativos al desarrollo de la ejecución de las Obras, en el periodo de _____ días, conforme se indica en el Apéndice 1 del Anexo 5 del presente Contrato. La preparación de los informes corresponderá al CONCESIONARIO y oportunamente junto con el Regulador convendrán en el formato más apropiado a utilizar.

Los Informes de Avance de Obras sustentarán la ejecución de los avances de las Obras, los mismos que deberán ser aprobados por el Regulador en los términos y condiciones indicados en el Apéndice 1 del Anexo 5.

El procedimiento para valorizar el avance de Obra en caso de Caducidad, así como el desembolso correspondiente al Hito en ejecución, se encuentra regulado en la Sección XV del presente Contrato, según corresponda la modalidad de desembolso establecidas en la Sección IX.

Pruebas de Puesta en Marcha

- 6.51 El CONCESIONARIO garantizará al CONCEDENTE que el Proyecto, incluyendo la ejecución de las Obras y Material Rodante incorporados para el Inicio de la Explotación así como a lo largo del periodo de Concesión, suministrados por el mismo, sus proveedores y subcontratistas: i). Se ajustarán a las Especificaciones Técnicas Básicas y Buenas Prácticas de Ingeniería y Construcción, Leyes Aplicables y Niveles de Servicio, ii).- Serán los idóneos de acuerdo a las características técnicas y tecnológicas del Proyecto cuyo diseño, selección, planes, protocolos de pruebas, verificación, validación e integración de cada uno de los componentes, subsistemas y sistemas corresponden a un sistema integral ferroviario que se caracteriza por una operación subterránea, completamente automatizada sin conductor, intensiva, con una frecuencia de diseño de 80 segundos, iii).- Estarán libres de defectos de diseño, fabricación, construcción, funcionamiento u operación, será nuevos, de buena calidad y contarán con sus correspondientes certificados de garantía, para los fines de que satisfagan plenamente las condiciones operacionales y Niveles de Servicio requeridos para el Proyecto.
- 6.52 Las Pruebas de Puesta en Marcha se iniciarán una vez proveído el Material Rodante, de acuerdo a lo previsto en la Cláusula 6.29 y se hayan culminado las Obras. Estas pruebas, están a cargo y son de responsabilidad del CONCESIONARIO.

El CONCESIONARIO deberá diseñar las Pruebas de Puesta en Marcha de acuerdo con los requerimientos de las Especificaciones Técnicas Básicas y las Buenas Prácticas de Ingeniería y Construcción aplicables a proyectos de iguales características y complejidad que el presente Proyecto.

- 6.53 El CONCESIONARIO le garantiza al CONCEDENTE que ningún componente, subsistema, sistema o parte integrante del Proyecto, incluyendo los documentos, diseños, software, uso o propiedad de los mismos, infringe, viola o constituye apropiación indebida de secreto comercial, derecho privilegiado, patente, derecho de autor, marca comercial u otra propiedad o derecho intelectual que impida la ejecución y supervisión de las Inversiones Obligatorias y la Explotación del Proyecto y cada una de sus actividades y procesos que la conforman.



- 6.54 Los Protocolos de Pruebas deberán ser presentados por el CONCESIONARIO al Regulador, con una anticipación no menor de sesenta (60) Días Calendario a la fecha prevista para la Provisión de Material Rodante adquirido. Estos protocolos deberán recoger lo establecido en las Especificaciones Técnicas Básicas de las Obras y el Material Rodante. El CONCEDENTE dispondrá de un plazo máximo de diez (10) Días Calendario para aprobarlos, contados a partir de la recepción de la opinión de Regulador. La opinión del Regulador deberá ser emitida en un plazo no mayor de diez (10) Días de recibidos los Protocolos de Pruebas. De existir alguna observación a los Protocolos de Pruebas, dentro del plazo antes mencionado, el CONCEDENTE deberá comunicarlo al CONCESIONARIO indicando la norma o especificación técnica incumplida, otorgándole un plazo no mayor a diez (10) Días Calendario para que el CONCESIONARIO proceda a la subsanación correspondiente.

El CONCEDENTE tendrá un plazo de cinco (05) Días Calendario para revisar las subsanaciones presentadas por el CONCESIONARIO y notificar por escrito sus comentarios, observaciones u aprobación, según corresponda. En caso que el CONCEDENTE no emita un pronunciamiento dentro de dicho plazo, las subsanaciones se entenderán denegadas. De haber nuevos comentarios u observaciones, las mismas deberán ser levantadas en un plazo de cinco (05) Días Calendario desde que fueron notificados al CONCESIONARIO, siendo de aplicación lo establecido en la presente Cláusula.

El CONCESIONARIO podrá modificar los Protocolos de Pruebas aprobados de considerarlo conveniente, contando con la previa aprobación del CONCEDENTE y el Regulador.

- 6.55 El CONCESIONARIO citará al CONCEDENTE y Regulador para el inicio de la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha, siempre que se haya obtenido la aprobación de los Protocolos de Prueba. La citación deberá tener una anticipación no menor de cinco (05) Días a la fecha prevista para su inicio. El objetivo de esta etapa será comprobar el correcto funcionamiento del Material Rodante y su integración con las Obras.
- 6.56 La etapa de Pruebas de Puesta en Marcha tendrá una duración de treinta (30) Días Calendario, contados a partir del inicio de la misma.

Durante las Pruebas de Puesta en Marcha, el Regulador verificará que el Material Rodante cumpla con las Especificaciones Técnicas, Niveles de Servicio, Buenas Prácticas de Ingeniería y Construcción y demás obligaciones establecidas en el presente Contrato.

- 6.57 Las Pruebas de Puesta en Marcha se realizarán entre intervalos de trenes y/o durante jornadas nocturnas con su respectiva señalización.
- 6.58 Si durante las Pruebas de Puesta en Marcha, el Regulador determina que el Material Rodante o algún elemento de la infraestructura o Equipamientos presentan defectos, éstos serán recogidos en un acta del día en que se efectuó la prueba y notificados al CONCESIONARIO por el Regulador. En este caso, el Regulador otorgará un plazo no menor a quince (15) Días para que el CONCESIONARIO proceda a la subsanación de los defectos.



Si al ser sometido el Proyecto a prueba por parte del CONCESIONARIO en presencia del CONCEDEnte y Regulador, según los procedimientos y protocolos de prueba establecidos y convenidos, el Tramo del Proyecto o cualquier parte de él incluyendo las Inversiones Obligatorias diseñadas, fabricadas, adquiridas e instaladas por el CONCESIONARIO no cumplen de manera satisfactoria con las Especificaciones Técnicas a juicio del Regulador y el CONCEDEnte, estos ordenarán al CONCESIONARIO corregir el o los defectos y repetir las Pruebas de Puesta en Marcha, debiendo asumir el CONCESIONARIO el íntegro de los costos y gastos que de ello derive. La corrección de un defecto y el volver a someter a nuevas Pruebas de Puesta en Marcha, cada Tramo, no eximirá al CONCESIONARIO de su obligación de cumplir la entrega de dicho Tramo para la fecha programada de acuerdo al cronograma de Ejecución de Obras. La subsanación de los defectos y la repetición de las Pruebas de Puesta en Marcha, deberá realizarse sin afectar la operatividad de los Tramos que ya se encuentren en Explotación.

En el caso que el CONCESIONARIO no haya cumplido con levantar las referidas observaciones en el plazo antes indicado, el Regulador otorgará un plazo razonable adicional en función a la complejidad de la observación, sin perjuicio de las penalidades por incumplimiento previstas en el Anexo 10.

El Regulador deberá verificar el levantamiento de dichas observaciones en un plazo máximo de cinco (05) Días de comunicada la subsanación correspondiente. En caso que el Regulador no se pronuncie dentro de dicho plazo, se considerará que las mismas han sido denegadas.

- 6.59 La etapa de Pruebas de Puesta en Marcha se entenderá concluida cuando: (i) se haya cumplido con lo indicado en los Protocolos de Pruebas; (ii) se haya suscrito el acta final de Pruebas de Puesta en Marcha firmada por el CONCESIONARIO, el CONCEDEnte y el Regulador, donde se manifieste la conformidad y correcto funcionamiento del Material Rodante; y (iii) el Regulador manifieste por escrito al CONCESIONARIO, con copia al CONCEDEnte, que ha cumplido con las Pruebas de Puesta en Marcha.

Culminación de las Obras

- 6.60 La culminación de las Obras de cada Tramo del Proyecto incluyen las Pruebas de Puesta en Marcha de cada Tramo, de acuerdo a lo estipulado en la Cláusula 6.29 y ocurrirá en el momento en que las Pruebas de Puesta en Marcha de cada Tramo hayan sido completadas de conformidad con las Especificaciones Técnicas Básicas y los protocolos de pruebas aprobados, de modo que cada Tramo del Proyecto esté listo para operar comercialmente, de forma segura, eficiente, confiable y de acuerdo a los Niveles de Servicio contemplados en el Anexo 7 que el CONCESIONARIO deberá progresivamente alcanzar.

Se entenderá que cada Tramo del Proyecto ha sido culminado cuando el Regulador y CONCEDEnte verifiquen y den conformidad a los siguientes requerimientos: i).- la finalización en la ejecución de las Obras y el Concesionario ha provisto el Material Rodante correspondiente a cada Tramo y además se hayan finalizado todas las Pruebas de Puesta en Marcha requeridas, ii).- cada Tramo ha cumplido satisfactoriamente todas las Pruebas de Puesta en Marcha y se ha alcanzado la certificación de seguridad del mismo a cargo del Asesor Independiente de Seguridad, iii).- el Tramo está en condiciones de ser explotado comercialmente con personas, de manera segura y confiable, de acuerdo a las



Especificaciones Técnicas Básicas, las Leyes Aplicables y las Buenas Prácticas de Ingeniería y Construcción con Niveles de Servicio adecuados, iv).- se ha culminado la contratación de todo el plantel de personal que requiere la Explotación de dicho Tramo y éste ha sido debidamente entrenado y capacitado, v).- se disponga de todos los equipos, herramientas, los recursos técnicos, instalaciones, equipos y maquinaria en cantidad y capacidades suficientes para llevar a cabo las tareas de conservación tanto de la infraestructura en general como del material rodante, vi).- el CONCESIONARIO ha entregado al CONCEDENTE un certificado, firmado y sellado por el Representante Legal del CONCESIONARIO, dejando constancia de que el Tramo del Proyecto o el Proyecto en su totalidad, ha (han) sido diseñado (s) y construidos de acuerdo con los términos y condiciones de este Contrato y están listos para alcanzar y cumplir los requerimientos operacionales previstos en los Niveles de Servicio contenidos en el Anexo 7 de este Contrato, así como con las Buenas Prácticas de Ingeniería y Construcción que regulan y norman la construcción de un metro pesado subterráneo, completamente automatizado, sin conductor, con una frecuencia de diseño de 80 segundos, vii).- el CONCESIONARIO ha retirado y ha puesto a buen recaudo, toda la maquinaria y equipos, instalaciones provisionales, materiales y desechos, incluyendo los materiales peligrosos, viii).- el CONCESIONARIO ha provisto toda la documentación técnica del Tramo del Proyecto o del Proyecto en su totalidad (as built), incluyendo el Estudio Definitivo de Ingeniería de las Obras, el Estudio Definitivo de Ingeniería del Material Rodante por separado y las soluciones técnicas implementadas en el manejo de las interferencias con sus respectivos permisos reflejando en forma exacta el Proyecto, tal y conforme fue diseñado, construido e instalado y finalmente, ix).- el CONCEDENTE, el Regulador y demás entidades gubernamentales (INDECI, etc) hayan emitido opinión favorable sobre la idoneidad del sistema ferroviario en sí para la prestación del servicio.

Puesta en Operación Comercial

- 6.61 El CONCESIONARIO dará inicio a la Puesta en Operación Comercial de cada uno de los Tramos y de la Tercera Etapa inmediatamente concluidas las Pruebas de Puesta en Marcha para el Tramo o Etapa, según corresponda, en los términos previstos en las Cláusulas 6.51 y siguientes.

Asimismo, el CONCESIONARIO deberá acreditar lo siguiente: (i) tener su R.O.I. debidamente aprobado por el CONCEDENTE, (ii) haber presentado las pólizas de seguro correspondientes a la Explotación, establecidas en el Contrato y en las Leyes y Disposiciones Aplicables y éstas se encuentren debidamente aprobadas, y (iii) cumplir con las demás obligaciones previstas en las Leyes y Disposiciones Aplicables requeridas para la Puesta en Operación Comercial.

Una vez cumplidos los requisitos antes indicados, el CONCESIONARIO deberá notificar por escrito al CONCEDENTE con copia al Regulador, la fecha de inicio de la Puesta en Operación Comercial, la misma que se efectuará en un plazo no menor de tres (03) Días contados a partir de la recepción de la notificación.

Durante la etapa de Puesta en Operación Comercial y antes de la finalización de la misma, el CONCEDENTE emitirá los respectivos certificados de habilitación ferroviaria del Material Rodante adquirido. El CONCESIONARIO empezará a cobrar a los Usuarios la Tarifa por la prestación del Servicio, a partir de la culminación de la Puesta en Operación Comercial y suscrita el Acta de Conformidad de operación.



La Puesta en Operación Comercial se realizará entre intervalos de trenes.

- 6.62 Durante esta etapa, el Regulador deberá comunicar sus observaciones al CONCESIONARIO dentro del plazo máximo de diez (10) Días Calendario de detectadas éstas. En sus observaciones, de ser el caso, el Regulador indicará la norma o especificación técnica incumplida. El Regulador fijará un plazo para la subsanación correspondiente que no será mayor a diez (10) Días, plazo que deberá incluirse en la notificación de la(s) observación(es) al CONCESIONARIO. El Regulador deberá verificar el levantamiento de dichas observaciones en un plazo máximo de cinco (05) Días de recibida la subsanación correspondiente. En caso que el Regulador no se pronuncie dentro de dicho plazo, se considerará que las mismas han sido denegadas.
- 6.63 En caso que venza el plazo establecido sin que el CONCESIONARIO efectúe las subsanaciones correspondientes, el Regulador, procederá a la aplicación de las penalidades indicadas en el Anexo 10 y se otorgará un plazo adicional máximo a criterio del Regulador. La falta de pronunciamiento por parte del Regulador sobre las subsanaciones efectuadas por el CONCESIONARIO será considerada como la no aprobación de las mismas.
- 6.64 Durante la etapa de Puesta en Operación Comercial, el CONCESIONARIO deberá procurar alcanzar los Niveles de Servicio establecidos en el Anexo 7.
- 6.65 La Puesta en Operación Comercial concluirá en el momento que: (i) Se haya prestado el Servicio por un periodo efectivo de hasta sesenta (60) Días Calendario, verificando el cumplimiento del diseño y las prestaciones del Material Rodante con las Obras de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas Básicas que como Anexo 6, Apéndice 2 forma parte del presente Contrato; y, (ii) el Regulador otorgue su conformidad de la Puesta en Operación Comercial, por escrito al CONCESIONARIO y al CONCEDENTE, a fin que los mismos, procedan a la suscripción del Acta de Conformidad de operación.

Aceptación de las Inversiones Obligatorias

- 6.66 Para las Obras: para cada uno de los Tramos el CONCEDENTE procederá a su aceptación luego de concluida de manera satisfactoria la Fase de Ejecución de Obras, mediante la suscripción del Acta de Aceptación y el Inventario de Obras correspondientes, previa conformidad del Regulador.

La aceptación no exonera al CONCESIONARIO de su responsabilidad sobre la idoneidad de las mismas, la que se mantiene durante todo el Plazo de la Concesión de acuerdo con los alcances previstos en la presente Sección.

- 6.67 Para el Material Rodante: el CONCEDENTE procederá a su aceptación luego de concluida la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha contando con la emisión del certificado de seguridad por parte del Asesor Independiente de Seguridad, mediante la suscripción del acta final de Pruebas de Puesta en Marcha.

La aceptación del Material Rodante no exonera al CONCESIONARIO de su responsabilidad sobre la idoneidad del mismo, la que se mantiene durante todo el Plazo de la Concesión de acuerdo con los alcances previstos en las Cláusulas 6.1 y otras concordantes.



La conformidad del CONCEDENTE constituirá la aceptación y autorización para la continuidad de la Explotación.

Inversiones Adicionales

En caso el CONCESIONARIO proponga la necesidad de realizar Inversiones Adicionales en algún o todos los Tramos que podría generar el incremento en la extensión del Área de la Concesión previamente aprobado por el CONCEDENTE, como consecuencia del incremento en la demanda real por viajes, la optimización de las operaciones, el mantenimiento y la seguridad, la mejora en la prestación del Servicio o la necesidad de la reducción del nivel de fraude previsto, deberá presentar la propuesta al CONCEDENTE con copia al Regulador, adjuntando un informe que sustente la necesidad de realizar dichas Inversiones Adicionales, el cual deberá estar acompañado de los estudios técnicos donde se detallen las Inversiones Adicionales a ejecutarse y los plazos que se requerirán tanto para la ejecución de dichas Inversiones Adicionales como para su recuperación de las inversiones. El CONCEDENTE emitirá su opinión en un plazo que no excederá de treinta (30) Días Calendario de recibida la opinión del Regulador, el mismo que contará con quince (15) Días Calendario, una vez recibido el informe del CONCESIONARIO.

- 6.68 La ejecución de las Inversiones Adicionales deberán ser financiadas por el CONCESIONARIO y serán pagadas trimestralmente por el CONCEDENTE mediante el mecanismo descrito en el Apéndice 6 del Anexo 5.
- 6.69 En los casos en que sean necesarios la reposición o remplazo del Material Rodante, el CONCESIONARIO comunicará de tales situaciones y solicitará la aprobación al CONCEDENTE, con opinión al Regulador, para la reposición y remplazo de dicho material.
- 6.70 El CONCEDENTE emitirá su opinión en un plazo que no excederá de treinta (30) Días Calendario de recibida la opinión del Regulador, el mismo que contará con treinta (30) Días Calendario, una vez recibida la comunicación del CONCESIONARIO. Transcurrido el plazo antes indicado sin que el CONCEDENTE se pronuncie, la solicitud de reposición o remplazo se entenderá denegada.

En caso que dicha reposición o remplazo afecte los Niveles de Servicio, y esta solicitud haya sido denegada por el CONCEDENTE, el CONCESIONARIO podrá solicitar la opinión de un perito.

- 6.71 El procedimiento de elección del perito involucra que el Regulador proponga al CONCESIONARIO cuatro (04) entidades de reconocido prestigio nacional o internacional para realizar el peritaje. De estas cuatro (04) entidades el CONCESIONARIO deberá contratar a una en un plazo máximo de treinta (30) Días Calendario de recibida la propuesta del Regulador, informándole a éste. De no ocurrir esta contratación, se entenderá que el CONCESIONARIO autoriza irrevocablemente al Regulador para que en su nombre y representación contrate al perito según su leal saber y entender, obligándose el CONCESIONARIO a suscribir el contrato correspondiente. En este caso, el pago del total de los honorarios estará a cargo del CONCESIONARIO.

Las Partes reconocen que el peritaje se realiza a mero arbitrio del perito, no siendo impugnable, salvo que se pruebe la mala fe del mismo.



La reposición o remplazo del Material Rodante, que realice el CONCESIONARIO, será financiada por el CONCESIONARIO. Los bienes repuestos o remplazados adquirirán la condición de Bienes de la Concesión.

Planificación de la Operación

El CONCESIONARIO deberá elaborar un Plan de Operación Anual (POA), que deberá ser presentado el primer Día del mes de noviembre de cada Año Calendario para su aprobación, desde el inicio de la Explotación al CONCEDENTE y al Regulador y deberá lograr su aprobación antes del 31 de Diciembre de cada año. El CONCEDENTE dispondrá de un plazo máximo de treinta (30) Días Calendario para la aprobación del POA.

En el caso del primer POA, éste deberá presentarse treinta (30) Días Calendario antes de las Pruebas de Puesta en Marcha del Tramo 1A. En el caso de los siguientes POAs, deberá sujetarse a lo dispuesto en el párrafo precedente.

El POA considerará aspectos relacionados con la operación anual, y los relacionados a la obtención de los Niveles del Servicio. El POA debe contener el Plan de Gestión de Calidad del Servicio, el Plan de Desarrollo de la Confiabilidad y el plan de acciones que ejecutará el CONCESIONARIO en función del resultado de las encuestas de satisfacción del servicio de acuerdo a lo establecido en el Anexo N° 7 del presente Contrato.

La entrada en vigencia del POA se producirá el 1ro. de Enero de cada año Calendario.

- 6.72 El CONCESIONARIO deberá elaborar un Plan Estratégico de Operación (PEO) que será presentado a más tardar al inicio de la Explotación al CONCEDENTE, para su aprobación en un plazo máximo de treinta (30) Días Calendario contados a partir de su presentación. El PEO actualizado deberá presentarse cada cinco (05) años.

En el caso del primer PEO, éste deberá presentarse treinta (30) Días Calendario antes de las Pruebas de Puesta en Marcha del Primer Tramo. En el caso de los siguientes PEOs, deberá sujetarse a lo dispuesto en el párrafo precedente.

El PEO será el documento de planificación de largo plazo y deberá reflejar los objetivos de desarrollo de largo plazo del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, Línea 2, tanto a nivel de infraestructura como del Servicio.

El PEO debe comprender aspectos vinculados a la planificación y sostenibilidad del sistema bajo un enfoque de compromiso con los usuarios y sus necesidades de movilidad. El CONCESIONARIO debe proyectar las metas por medio de indicadores, que se lograrán incorporando las técnicas y tecnología de avanzada en el mantenimiento del material rodante e infraestructura, el control automatizado de la gestión del mantenimiento y de la operación centralizada del sistema ferroviario desde el Puesto Central de Operaciones (PCO), la idoneidad e integridad de los recursos humanos complementando con la puesta en práctica de las normas más estrictas de operación, seguridad y calidad.



El PEO debe contener además las mediciones del comportamiento del sistema y su desempeño en el logro de sus objetivos estratégicos que consideran; la sostenibilidad técnica, económica y ambiental del Proyecto para con el transporte público en Lima y Callao y la accesibilidad de los usuarios de menores recursos al sistema por medio de la integración con otros medios de transporte.

El PEO deberá considerar la información disponible o suministrada por la Autoridad Gubernamental sobre los aspectos relacionados con los pronósticos de la demanda y crecimiento, el desarrollo de los proyectos de ampliación del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, Línea 2, capacidad, especificaciones y desempeño del Material Rodante, entrenamiento y productividad de los trabajadores, horarios y variaciones del servicio, integración con otros sistemas, seguridad operacional y de los pasajeros, etc.

Eventos Geológicos

6.73 El CONCESIONARIO será totalmente responsable de solucionar a su costo cualquier tipo de problemas e interferencias que surjan durante la Etapa de Ejecución de Obras del Proyecto, relacionados con las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas del terreno encontrado en el Área de la Concesión. El CONCEDENTE reconocerá únicamente los costos adicionales que surjan de las medidas correctivas y por demoras imprevisibles que se produzcan solamente para las actividades de excavación directamente afectadas, siempre y cuando el CONCESIONARIO haya actuado con total diligencia frente al problema, y cuando existan condiciones puntuales, excepcionales e imprevisibles del subsuelo que resulten críticas y causen afectaciones adversas al avance de las Obras, por las siguientes razones:

- i. Presencia de obstáculos, obstrucciones u otros elementos excepcionalmente atípicos en la sección de excavación del túnel (como estructuras metálicas o concreto armado, etc).
- ii. Presencia en el subsuelo, dentro de la sección del túnel y a lo largo de más de cinco (05) metros lineales, de materiales rocosos masivos extremadamente abrasivos, los cuales posean características de abrasividad muy superiores a las presentadas por los materiales rocosos identificados en las exploraciones de prueba realizadas en los Estudios Básicos de Ingeniería realizados por el CONCEDENTE e incluidos en el proceso de concesión para el segmento de túnel que se planea ejecutar.
- iii. Presencia en el subsuelo dentro de la sección del túnel, de bloques rocosos con una de sus dimensiones superior a dos (02) metros, aislados e inmersos en suelos muy blandos, los cuales dificulten el avance de la excavación con la TBM y requieran ser abatidos con perforación y voladura.
- iv. Presencia en el subsuelo, dentro de la sección del túnel, de espacios naturalmente o artificialmente ocupados enteramente por aguas en lugar de suelo, siendo el volumen de cada espacio específico superior a los diez (10) metros cúbicos, o la presencia de corrientes hidrológicas subterráneas inusuales a través de la sección donde se construye el túnel que impidan o disminuyan el avance de la TBM por más del cincuenta por ciento (50%), en tramos que excedan los diez (10) metros lineales.



- v. Presencia de gases peligrosos no previstos, el tratamiento de áreas contaminadas y los estudios, prospecciones y recuperaciones de recursos arqueológicos.

El CONCESIONARIO se obliga a considerar en el rubro de imprevistos de Obra, las provisiones necesarias para estos eventos.

Asimismo, será totalmente responsable de solucionar cualquier problema inesperado que surja durante la ejecución del Proyecto relacionado con las condiciones imprevisibles.

Mantenimiento del Tránsito

- 6.74 El CONCESIONARIO será responsable del mantenimiento del tránsito en el Tramo o Tramos donde se ubique la Obra y el cumplimiento del Plan de desvíos desde la entrega del Área de la Concesión hasta la recepción de las Obras y estará sujeto a supervisión y fiscalización siendo las labores de control de tránsito donde se ubiquen las obras de competencia del Regulador, en concordancia con el Decreto Supremo N° 016-2009-MTC.

SECCIÓN VII: DE LA CONSERVACIÓN DE LOS BIENES DE LA CONCESIÓN

Derechos y deberes del CONCESIONARIO

- 7.1. El CONCESIONARIO se obliga a efectuar las labores de Conservación de todos los Bienes de la Concesión para mantener los Niveles de Servicio que se encuentran establecidos en el Anexo 7, durante el Plazo de la Concesión hasta la fecha de suscripción del Acta de Reversión de los Bienes de la Concesión o hasta la entrega de los mismos al Interventor de conformidad con la Cláusula 15.30.
- 7.2. El CONCESIONARIO se encuentra facultado para modificar o sustituir, a su costo, las partes integrantes y accesorias de los Bienes de la Concesión, a fin de prestar el Servicio conforme a las condiciones del Anexo 7.

Plan de Conservación

- 7.3. El Plan de Conservación, tiene como finalidad asegurar la calidad, seguridad, confiabilidad, regularidad, capacidad y confort del servicio de transporte ofrecido y evitar riesgos que puedan afectar a las personas, sean estos usuarios o terceros, a los Bienes de la Concesión, así como a los bienes y propiedades de terceros.

El cumplimiento del Plan de Conservación descrito en el Anexo 7 de los Niveles de Servicio y en las Especificaciones Técnicas Básicas tiene carácter obligatorio y por lo tanto implica que EL CONCESIONARIO es responsable del buen diseño de las Obras, la selección, los planes, los protocolos de pruebas, la verificación, la validación e integración de cada uno de los componentes, subsistemas y sistemas que forman parte del sistema integral ferroviario que se caracteriza por una operación subterránea, completamente automatizada sin conductor, intensiva, con una frecuencia de diseño de ochenta (80) segundos, la cual requiere que cada componente, subsistema y sistema sea profundamente analizado en conformidad con la norma EN 50126 identificando los riesgos que puedan surgir durante la vida útil de cada uno de ellos y durante el horizonte de la Explotación.



- 7.4. La obligación asumida por el CONCESIONARIO conlleva la responsabilidad de definir las técnicas, procedimientos, tecnología, equipamiento y la oportunidad de ejecución de las labores de Conservación.
- 7.5. El Plan de Conservación deberá ser propuesto por el CONCESIONARIO al Regulador para su aprobación, con copia al CONCEDENTE. En un plazo no mayor de treinta (30) Días contados desde la presentación efectuada por el CONCESIONARIO, el CONCEDENTE deberá emitir opinión previa. A su vez, el Regulador deberá pronunciarse en un plazo máximo de treinta (30) Días, contados desde la recepción de la opinión del CONCEDENTE o de vencido el plazo para emitirla. En caso el Regulador no se pronuncie dentro del plazo antes señalado, la solicitud se entenderá denegada.
- 7.6. El Plan de Conservación incluirá la descripción y justificación de los ciclos de intervención de la infraestructura y material rodante, los procedimientos técnicos a emplear, los recursos humanos, la tecnología, los equipos y maquinaria, las técnicas de control y monitoreo de la condición de los diversos sistemas, el cronograma de las actividades a realizar, las mediciones de índices sobre las que se basa el Plan de Conservación y su justificación técnica general; de conformidad con las disposiciones establecidas en el Anexo 7.

En caso sea necesario modificar el Plan de Conservación aprobado, debido a circunstancias extraordinarias, el CONCESIONARIO presentará su propuesta al Regulador para su aprobación, con copia al CONCEDENTE. En un plazo no mayor de quince (15) Días contados desde la presentación efectuada por el CONCESIONARIO, el CONCEDENTE deberá emitir opinión previa. A su vez, el Regulador deberá pronunciarse en un plazo máximo de quince (15) Días, contados desde la recepción de la opinión del CONCEDENTE o de vencido el plazo para emitirla. En caso el Regulador no se pronuncie dentro del plazo antes señalado, la solicitud se entenderá denegada.

- 7.7. El Regulador verificará el cumplimiento del Plan de Conservación de los Bienes de la Concesión de acuerdo a la metodología y los Niveles de Servicio alcanzados periódicamente a fin de garantizar la seguridad, confiabilidad e integridad del Sistema Ferroviario.

Mantenimiento Extraordinario

- 7.8. Se considera mantenimiento extraordinario a todo aquel que no se encuentre previsto en los programas de conservación sistemáticos asumidos y desarrollados por el CONCESIONARIO y aprobados por el Regulador. También se considera como mantenimiento extraordinario a las soluciones de todas aquellas fallas relacionadas con la seguridad de la operación, detectadas por las inspecciones del Regulador.

En caso sucediera una situación que requiera mantenimiento extraordinario, el CONCESIONARIO deberá proceder en el más breve plazo posible a tomar las acciones necesarias para recuperar el nivel de operatividad de la Concesión, bajo su costo.

El CONCESIONARIO de común acuerdo con el CONCEDENTE y con la opinión favorable del Regulador, determinará el plazo requerido a efectos que los Bienes de la Concesión que se hubiesen visto afectados por tal situación, recobren los Niveles de Servicio.



SECCIÓN VIII: EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN

Derechos y deberes del CONCESIONARIO

- 8.1. La Explotación por el CONCESIONARIO constituye un derecho, en la medida que es uno de los mecanismos mediante el cual el CONCESIONARIO recuperará su inversión, así como un deber, en la medida en que el CONCESIONARIO está obligado a la Conservación de los Bienes de la Concesión y prestar el Servicio a los Usuarios dentro de los Niveles de Servicio especificados en el Anexo 7 del presente Contrato y cumpliendo con las Leyes y Disposiciones Aplicables.

Es deber del CONCESIONARIO, dentro de los límites del Contrato, responder por los actos, omisiones o negligencias del personal a cargo de la Explotación o de los contratistas que el CONCESIONARIO decida contratar.

El CONCESIONARIO tiene derecho a disponer la organización del Servicio y a tomar las decisiones que considere más convenientes para su adecuada operación y funcionamiento, respetando los términos y condiciones del presente Contrato y las Leyes y Disposiciones Aplicables.

El CONCESIONARIO tiene derecho a explotar directa o indirectamente los Bienes de la Concesión, el Servicio, los Servicios Complementarios y los Servicios Opcionales que crea convenientes, de acuerdo a lo establecido en este Contrato, en las Bases y Leyes y Disposiciones Aplicables.

Libre decisión comercial y riesgos

- 8.2. El CONCESIONARIO tiene derecho a explotar directa o indirectamente los Bienes de la Concesión, el Servicio y los Servicios Complementarios, de acuerdo a lo establecido en este Contrato, en las Bases y Leyes y Disposiciones Aplicables. Este derecho implica la libertad del CONCESIONARIO en la gestión y conducción del negocio, lo cual incluye pero no se limita, a la administración y mantenimiento de la infraestructura, a la libertad de subcontratar servicios (excepto el de operación y mantenimiento), la libertad de escoger al personal que contrate (excepto al personal clave que se regula en el presente Contrato) y la libertad de decisión comercial, dentro de los límites contenidos en el presente Contrato, las Bases y las Leyes y Disposiciones Aplicables. En tal sentido, el CONCESIONARIO es el único titular y responsable de los resultados operacionales en la prestación del servicio, los resultados económicos y de los riesgos que deriven de ello.

Dirección y gerencia del CONCESIONARIO

- 8.3. En caso que el CONCESIONARIO haya acreditado su capacidad técnica como Operador, durante la etapa de precalificación del Concurso, no será obligatoria la contratación de un Asesor Técnico en Operación.
- 8.4. El CONCESIONARIO que haya acreditado su capacidad técnica a través de un Operador, durante la etapa de precalificación del Concurso, se obliga a que el mismo le brinde asistencia técnica, desde la Fecha de Cierre y hasta la Caducidad de la Concesión.



En caso corresponda, el CONCESIONARIO que haya acreditado su capacidad técnica a través de un Asesor Técnico en Operación durante la etapa de precalificación del Concurso, se obliga a que dicho tercero le brinde asistencia técnica, desde la Fecha de Cierre y durante un plazo no menor de cinco (05) años posteriores al inicio de la Explotación de la Segunda Etapa. Las obligaciones, responsabilidades y funciones del Asesor Técnico en Operación, están definidas en el Anexo 14.

Dicha asistencia técnica consiste, cuando menos en: i) la participación de la Integración del Proyecto a efectos de alcanzar los Niveles de Servicio establecidos en el Anexo 7, ii) la elaboración del Plan de Conservación, a que se hace referencia en la sección VII, iii) la organización de las gerencias de operaciones y mantenimiento, llevando a cabo la capacitación y entrenamiento del personal técnico de las mismas, para la prestación del Servicio, iv) la asistencia en la organización, capacitación y transferencia de tecnología y conocimientos técnicos de su know how al personal clave y subalterno asociados a todos los procesos, v) la gestión de ingeniería, dirección técnica y control de proyectos, de proceso de diseño, constructivos, vi) la selección de Equipamientos, vii) la gestión de la información, y viii) la implementación de procesos de puesta en marcha y puesta en operación del Proyecto.

De acuerdo a lo pactado en el Contrato de Operación o Contrato de Asistencia Técnica para la Operación, el Asesor Técnico en Operación o el Operador deberán remitir al CONCESIONARIO la información que este último considere pertinente solicitar, ya sea por cuenta propia o por requerimiento del Regulador, a efectos que este último cuente con las facilidades que demande el correcto cumplimiento de sus funciones.

- 8.5. Cualquier modificación en el Contrato de Operación o el Contrato de Asistencia Técnica para la Operación relacionada con las obligaciones del Operador o Asesor Técnico en Operación indicadas en la Cláusula 8.4, estará sujeta cuando menos a lo siguiente:
- (i) La propuesta de modificaciones contractuales deberán ser presentadas al CONCEDENTE, con copia al Regulador. En un plazo no mayor de treinta (30) Días contados desde la presentación efectuada por el CONCESIONARIO, el Regulador deberá emitir opinión previa. A su vez, el CONCEDENTE deberá pronunciarse en un plazo máximo de treinta (30) Días, contados desde la recepción de la opinión del Regulador o de vencido el plazo para emitirla. En caso el CONCEDENTE no se pronuncie dentro del plazo antes señalado, la solicitud se entenderá denegada.
 - (ii) En caso de solicitar la sustitución del Operador o Asesor Técnico en Operación, el CONCESIONARIO deberá cumplir lo señalado en la cláusula 14. 11.
- 8.6. Durante todo el Plazo de la Concesión, el CONCESIONARIO con el soporte del Operador o Asesor Técnico en Operación, según corresponda, designará al personal clave, los cuales serán los encargados y responsables de llevar a cabo la operación y mantenimiento del Proyecto, a partir de una nómina contenida en su Propuesta Técnica. Quince (15) Días antes de la Fecha de Cierre, el CONCESIONARIO deberá presentar las hojas de vida detalladas y documentadas del personal clave que asignará para la Explotación del Proyecto, en concordancia con su Propuesta Técnica



y conforme a los requisitos mínimos establecidos en el Anexo 12 del Contrato de Concesión.

Se deberá incluir el perfil detallado y la experiencia de los siguientes funcionarios denominados Personal Clave: Gerente General, Director de Operaciones, Director de Ingeniería y Planeamiento, Gerente de Infraestructura, Gerente de Material Rodante, Talleres y Equipamiento, Gerente de Seguridad (Operacional y de Bienes y Personas), Gerente de Control de Operaciones y Tráfico. El CONCEDENTE y el Regulador se reservan el derecho de solicitar información complementaria que permita verificar el cumplimiento de los requisitos exigidos al personal clave en el presente Contrato, pudiendo rechazar la propuesta presentada por el CONCESIONARIO si las calificaciones del personal clave propuesto, no se ciñen a los requisitos regulados en el presente Contrato. El personal clave deberá cumplir los siguientes requisitos:

- (i) El Gerente General, tendrá una experiencia profesional no menor a ocho (08) años en manejo y dirección de sistemas ferroviarios tipo metro subterráneos con Grados de Automatización GoA3 o GoA4 que transporte un mínimo de cincuenta (50) millones de pasajeros por año en los últimos cinco (05) años.
- (ii) El Director de Operaciones, tendrá una experiencia no menor a cinco (05) años en gestión y dirección de operaciones de sistemas ferroviarios tipo metro subterráneos con Grados de Automatización GoA3 o GoA4 que transporte un mínimo de cincuenta (50) millones de pasajeros por año en los últimos cinco (05) años.
- (iii) El Director de Ingeniería y Planeamiento, tendrá una experiencia no menor a cinco (05) años en gestión y dirección de ingeniería y soporte técnico para la Explotación de sistemas ferroviarios tipo metro subterráneos con Grados de Automatización GoA3 o GoA4 que transporte un mínimo de cincuenta (50) millones de pasajeros por año en los últimos cinco (05) años.
- (iv) El Gerente de Infraestructura, tendrá una experiencia no menor a cinco (05) años en gestión y dirección de operaciones de mantenimiento de infraestructura, equipamiento de sistemas y equipamiento electromecánico de sistemas ferroviarios tipo metro subterráneos con Grados de Automatización GoA3 o GoA4 que transporte un mínimo de cincuenta (50) millones de pasajeros por año en los últimos cinco (05) años.
- (v) El Gerente de Material Rodante, Talleres y Equipamiento, tendrá una experiencia no menor a cinco (05) años en gestión y dirección de operaciones de mantenimiento de flota de Material Rodante, así como la gestión y dirección técnica de talleres y equipamiento de sistemas ferroviarios tipo metro subterráneos con Grados de Automatización GoA3 o GoA4 que transporte un mínimo de cincuenta (50) millones de pasajeros por año en los últimos cinco (05) años.
- (vi) El Gerente de Seguridad (Operacional y Bienes y Personas), tendrá una experiencia no menor a cinco (05) años en gestión y dirección de la seguridad tanto en aspectos de seguridad operacional, de bienes y personas, manejo de emergencias y crisis en sistemas ferroviarios tipo metro subterráneos con Grados de Automatización GoA3 o GoA4 que

27

transporte un mínimo de cincuenta (50) millones de pasajeros por año en los últimos cinco (05) años.

- (vii) El Gerente de Control de Operaciones y Tráfico, tendrá una experiencia no menor a cinco (05) años en gestión, control y regulación del tráfico ferroviario de sistemas ferroviarios tipo metro subterráneos con Grados de Automatización GoA3 o GoA4 que transporte un mínimo de cincuenta (50) millones de pasajeros por año en los últimos cinco (05) años.

El CONCESIONARIO podrá proponer modificaciones a la conformación del personal clave de profesionales, las mismas que serán presentadas al CONCEDENTE con copia al Regulador. En un plazo no mayor de treinta (30) Días contados desde la presentación efectuada por el CONCESIONARIO, el Regulador deberá emitir opinión previa. A su vez, el CONCEDENTE deberá pronunciarse en un plazo máximo de treinta (30) Días, contados desde la recepción de la opinión del Regulador o de vencido el plazo para emitirla. En caso el CONCEDENTE no se pronuncie dentro del plazo antes señalado, la solicitud se entenderá denegada.

El CONCESIONARIO podrá proponer otras experiencias en organizaciones ferroviarias debidamente acreditadas y sustentadas, las cuales deberán ser aprobadas por el CONCEDENTE y Regulador para la conformación del personal clave, sin embargo, bajo ningún criterio se aceptará que los profesionales que conforman el personal clave acrediten otro tipo de experiencias diferentes a la actividad ferroviaria.

- 8.7. Sin perjuicio de lo indicado en la Cláusula precedente, para todos los efectos del presente Contrato, la responsabilidad por la Explotación de la Concesión es del CONCESIONARIO frente al CONCEDENTE.

Organización del Servicio

- 8.8. Corresponde al CONCESIONARIO diseñar y administrar el Servicio que proporcionará a los Usuarios, de conformidad con los Niveles de Servicio establecidos por el CONCEDENTE en el presente Contrato.

El CONCESIONARIO deberá cumplir con las disposiciones del Contrato, la planificación y la programación de la operación aprobadas por el CONCEDENTE a través de la AATE y los Niveles de Servicio establecidos en el Anexo 7 del Contrato, así como definir el programa del Servicio - en caso sea necesario - para adecuar los Niveles de Servicio (intervalos de paso, horarios, frecuencias, entre otros) a los incrementos en el volumen de la demanda, los cuales están referidos a los aspectos relacionados con la capacidad y desarrollo de la operación de la Concesión.

En caso sea necesario modificar la planificación y la programación de la operación aprobadas por el CONCEDENTE a través de la AATE, en función de: i) la demanda, ii) la hora pico, iii) los días hábiles o sábados y domingos, el CONCESIONARIO podrá proponer la redefinición del programa del Servicio.

La propuesta será presentada al CONCEDENTE con copia al Regulador. En un plazo no mayor de quince (15) Días contados desde la presentación efectuada por el CONCESIONARIO, el Regulador deberá emitir opinión previa. A su vez, el CONCEDENTE deberá pronunciarse en un plazo máximo de quince (15) Días, contados desde la recepción de la opinión del Regulador o de vencido el plazo



para emitirla. En caso el CONCEDENTE no se pronuncie dentro del plazo antes señalado, la solicitud se entenderá denegada.

El CONCEDENTE a través de la AATE puede disponer que el CONCESIONARIO preste servicios adicionales al Servicio a que está obligado bajo el presente Contrato, esto implica la atribución de dicha entidad para definir o actualizar los Kilómetros Adicionales. En este caso deberá compensar al CONCESIONARIO por los Kilómetros Adicionales generados por su requerimiento.

- 8.9. Cuando el CONCESIONARIO requiera la obtención de autorizaciones, permisos, licencias o cualquier acto administrativo de las Autoridades Gubernamentales competentes relacionadas directamente con la prestación del Servicio, y ante una solicitud por escrito y fundamentada al CONCEDENTE, éste hará sus mejores esfuerzos en brindar apoyo al CONCESIONARIO en las coordinaciones que éste requiera con tales Autoridades Gubernamentales, dentro de sus atribuciones y lo que le está permitido al CONCEDENTE por las Leyes y Disposiciones Aplicables y sin perjuicio de la obligación del CONCESIONARIO de cumplir con los requisitos que al efecto establezcan las Leyes y Disposiciones Aplicables. En el caso que el CONCESIONARIO, por hechos ajenos a éste, no obtenga dichas licencias, autorizaciones o actos administrativos y ello impida la prestación del Servicio, el CONCESIONARIO tendrá derecho a solicitar la Suspensión de Obligaciones, conforme lo establecido en la cláusula 19.1.
- 8.10. Corresponde al CONCESIONARIO la limpieza e iluminación de las estaciones y demás Bienes de la Concesión, la venta de boletos y otros medios de pago, la difusión de la información a los pasajeros así como la atención de los reclamos de los Usuarios, y el resguardo de la seguridad pública de los Usuarios en estaciones, trenes y demás Bienes de la Concesión, de conformidad con los Niveles de Servicio del presente Contrato y las Leyes y Disposiciones Aplicables.
- 8.11. En caso de producirse situaciones de emergencia o crisis, debidamente declaradas por la Autoridad Gubernamental, el CONCESIONARIO continuará prestando el Servicio en la medida que ello sea posible, realizando las acciones que sean dispuestas por el CONCEDENTE para la solución de la emergencia o crisis suscitada. Mientras dure la situación de emergencia o crisis según lo señalado en esta Cláusula, el CONCESIONARIO comunicará al Regulador los Niveles de Servicio que no serán aplicables, los mismos que serán efectivos una vez aprobados por el Regulador dentro de las veinticuatro (24) horas de su comunicación.

Horario del Servicio

- 8.12. El CONCESIONARIO deberá producir diariamente un reporte (malla horaria) totalmente automatizado donde se registre la programación y horarios de trenes por estación en tiempo real, tiempos totales de viaje de cada recorrido, kilómetros recorridos (tanto los kilómetros recorridos comerciales como los operativos). Asimismo, la malla horaria incluirá la composición de los trenes, el destino y el horario de salida, llegada y paso por estaciones intermedias de los trenes y será adjuntada y remitida junto con el informe diario de operación al Regulador. A su vez el horario establecerá la hora en la que el primer tren de la mañana partirá de cada estación, así como la hora de partida del último tren durante la noche. La prestación efectiva del servicio de transporte se realizará con el primer tren partiendo a las 6.00 horas y último tren partiendo a las 23.00 horas.



Seguridad y Vigilancia

- 8.13. El CONCESIONARIO deberá cumplir con los procedimientos y disposiciones de seguridad establecidos en el Anexo 7 del Contrato, en el Capítulo VII del Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de pasajeros en vías férreas que formen parte del Sistema Ferroviario Nacional aprobado por D.S. N° 039-2010-MTC y otras Leyes y Disposiciones Aplicables, debiendo proveer a su costo, los vigilantes que actuarán en las estaciones, trenes y demás dependencias con el objeto de contribuir a la seguridad de los pasajeros y empleados dentro de los límites de la Concesión y de la custodia de los Bienes de la Concesión.

Inicio de Explotación

- 8.14. La fecha de inicio de la Explotación coincide con el inicio de la Puesta en Operación Comercial del Tramo 1A o Tramo 1B de la Primera o Segunda Etapa o Tercera Etapa, según corresponda. A partir de esa fecha, el CONCESIONARIO recibirá como contraprestación del Servicio del respectivo RPMO.

Asimismo, al culminar la etapa de Puesta en Operación Comercial con el Material Rodante necesario para operar cada Tramo y una vez suscrita el Acta de Conformidad de operación de la Etapa correspondiente, el CONCESIONARIO comenzará a cobrar las Tarifas, de conformidad con las Cláusulas 9.1 a 9.13, respecto de la prestación del Servicio.

Supervisión de la Explotación

- 8.15. Corresponde al Regulador efectuar directamente o a través de la contratación de terceros, las acciones de fiscalización que le competen durante el desarrollo de las labores de Explotación indicadas en esta sección del Contrato.

El Regulador, estará a cargo de la verificación del cumplimiento de la obligación del CONCESIONARIO de proveer el Servicio y de observar la calidad del mismo. Asimismo, verificará que la prestación del Servicio a los Usuarios se lleve a cabo siempre dentro de los límites fijados en el Anexo 7 del Contrato.

- 8.16. Para estos efectos, además de estar obligado a brindar la cooperación necesaria para la supervisión de la Explotación, el CONCESIONARIO está obligado a entregar la información que se indica en la Cláusula 8.17.

Información

- 8.17. El CONCESIONARIO, a su costo, deberá proporcionar al Regulador, dentro de los plazos indicados por éste, informes relativos al desarrollo de la Explotación, en los términos y condiciones establecidos por el Regulador, de acuerdo a los Niveles de Servicio y las Leyes y Disposiciones Aplicables.

- 8.18. Asimismo, el CONCESIONARIO deberá poner en conocimiento de los Usuarios, toda la información relacionada a la prestación del Servicio, tales como horarios de atención, mapas donde se señale la ubicación de las estaciones, lugares de venta de los boletos, entre otros, de conformidad con lo indicado en el Anexo 7 y las Leyes y Disposiciones Aplicables. Para este fin, el CONCESIONARIO deberá poner en práctica un sistema de información a los pasajeros y al público en general, sobre sus servicios.



- 8.19. El CONCESIONARIO está obligado a exhibir en todas las estaciones, la información sobre el Servicio programado, en forma clara y comprensible el horario del Servicio correspondiente. Dichos anuncios deberán ser claros, fácilmente legibles y convenientemente iluminados debiendo velar porque se mantengan en buen estado. En caso que los avisos mencionados resultaren dañados, el CONCESIONARIO está obligado a reponerlos dentro de las veinticuatro (24) horas.
- 8.20. En cada estación, el CONCESIONARIO está obligado a colocar y conservar letreros orientadores para el movimiento de pasajeros.
- 8.21. El CONCESIONARIO deberá utilizar el sistema de información sonora a los Usuarios, para comunicar a los pasajeros avisos sobre las alteraciones del servicio, retrasos en la circulación de los trenes o interrupciones del Servicio y su restablecimiento, tomando en consideración lo indicado en la Cláusula 13.1. A su vez el CONCESIONARIO deberá hacer pública la Tarifa que se cobrará a los Usuarios, las mismas deberán exhibirse en cada estación, en lugar fácilmente visible, y convenientemente iluminado así como al lado de las ventanillas de venta, u otros lugares de venta.

Derechos y Reclamos de los Usuarios

- 8.22. El CONCESIONARIO se obliga a preservar los siguientes derechos de los Usuarios:
- (i) A acceder al Servicio, de acuerdo a lo que establezcan las Leyes y Disposiciones Aplicables;
 - (ii) A encontrarse debidamente informados sobre las Tarifas y los alcances del Servicio que brinda el CONCESIONARIO, conforme a este Contrato;
 - (iii) A recibir el Servicio de acuerdo a los Niveles de Servicio y en los términos y condiciones establecidos en el presente Contrato; y
 - (iv) A los demás que contemplan las Leyes y Disposiciones Aplicables y otros que pudieren establecerse en el presente Contrato.
- 8.23. El CONCESIONARIO establecerá un sistema de atención al Usuario, para atender los reclamos, pedidos y sugerencias, en cumplimiento a lo estipulado en el Anexo 7 y conforme a lo dispuesto en el Reglamento de usuarios de la Infraestructura Vial, Ferroviaria y del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo, aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 004-2012-CD-OSITRAN y conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Atención de Reclamos y Solución de Controversias de OSITRAN, aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 019-2011-CD-OSITRAN, o norma posterior que lo modifique o sustituya. Cada dos (02) años, el sistema aprobado deberá ser sometido por el CONCESIONARIO al Regulador para su ratificación.
- 8.24. Este sistema deberá permitir que los Usuarios presenten sus reclamos sobre el cumplimiento del Servicio, el desempeño de los empleados u otros aspectos relacionados con las obligaciones del CONCESIONARIO. Las reclamaciones podrán ser efectuadas en forma personal ante la Oficina de Atención al Usuario que para tal fin deberá establecer el CONCESIONARIO, o por llamada telefónica. Asimismo, en cada estación deberá existir un Libro de Reclamos a fin de que los Usuarios puedan presentarlas por escrito.
- 8.25. Se establecen como metas de este Servicio al Usuario que toda llamada telefónica deberá ser atendida en un lapso no superior a los dos (02) minutos; las



comunicaciones telefónicas de este servicio serán grabadas y conservadas en el centro de atención al Usuario por el término de treinta (30) Días luego de lo cual deberán estar a disposición del Regulador para realizar las auditorías que correspondan. En caso lo considere necesario el Regulador, el CONCESIONARIO deberá presentar la transcripción de dichas comunicaciones grabadas dentro del plazo dispuesto por el Regulador.

- 8.26. El CONCESIONARIO deberá pronunciarse dentro de los plazos y de conformidad con los mecanismos y procedimientos establecidos en el Anexo 7, que establezca el Regulador para la atención de reclamos, pedidos o sugerencias que presenten los interesados.

En caso que el CONCESIONARIO y los Usuarios no solucionen el conflicto suscitado, éste deberá ser resuelto por la Autoridad Gubernamental competente, sea ésta administrativa o judicial, conforme a las Leyes y Disposiciones Aplicables sobre la materia.

El CONCESIONARIO se obliga a abrir a partir de la Fecha de Inicio de Explotación a que se refiere la Cláusula 8.14, un Libro de Reclamos por cada estación. El mencionado Libro de Reclamos deberá cumplir con las disposiciones de la Resolución de Consejo Directivo N° 004-2012-CD-OSITRAN, "Reglamento de usuarios de la Infraestructura Vial, Ferroviaria y del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo" y los reclamos presentados deberá ser resueltos de acuerdo a lo establecido en dicha Resolución.

Servicios Complementarios

- 8.27. El CONCESIONARIO está facultado a prestar adicionalmente los Servicios Complementarios dentro del Área de la Concesión en los bienes producto de las Inversiones Obligatorias y/o Adicionales, cuya prestación no podrá estar condicionada a la contratación del Servicio. Por los Servicios Complementarios prestados, el CONCESIONARIO tendrá el derecho de cobrar un precio, el cual será a valor de mercado. Dichos servicios no podrán ser contrarios a la moral, a las buenas costumbres, al orden público ni podrán afectar la funcionalidad del Servicio en ninguno de sus aspectos. El CONCESIONARIO estará autorizado a prestar dichos servicios, previa aprobación por parte del CONCEDENTE.
- 8.28. En virtud de la presente Cláusula, el CONCEDENTE autoriza al CONCESIONARIO a desarrollar como Servicios Complementarios los referidos a: i) arrendamiento de locales en las estaciones; ii) arrendamiento de espacio para publicidad en las estaciones y coches, tanto en la parte interior como exterior, en los andenes y en los muros, así como publicidad en las tarjetas para uso del Servicio; iii) servicios de alquiler de espacios para programas y publicidad por vías de radio, televisión y otros dentro de las estaciones y material rodante; y, iv) servicio de mantenimiento y reparación del material rodante de otros operadores de infraestructuras distintas a la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

Los ingresos provenientes de los Servicios Complementarios señalados en esta Sección deberán ser auditados por una empresa auditora de reconocido prestigio que será contratada por el CONCESIONARIO a fin de realizar la verificación de la recaudación proveniente por la prestación del Servicio Complementario.



Corresponderá al Regulador establecer los criterios de selección de la empresa auditora a ser contratada, siendo responsabilidad del CONCESIONARIO llevar a cabo el procedimiento de selección y su contratación en función a los criterios establecidos por el Regulador. Para su contratación y pago se requerirá de la aprobación del Regulador.

- Para el caso de los numerales i) y iv), ochenta por ciento (80 %) al CONCESIONARIO y veinte por ciento (20 %) al CONCEDENTE.
- Para el caso de los numerales ii) y iii), cincuenta por ciento (50%) al CONCESIONARIO y cincuenta por ciento (50 %) al CONCEDENTE.

Esta autorización no implica la asunción de responsabilidad alguna de parte del CONCEDENTE, ni tampoco libera al CONCESIONARIO de obtener todas y cada una de las concesiones, autorizaciones, licencias y/o permisos que, según la normatividad sectorial y, en general, las Leyes y Disposiciones Aplicables, fueran necesarias para el inicio, desarrollo o explotación de dichos Servicios Complementarios.

- 8.29. La prestación de Servicios Complementarios distintos a los señalados en la Cláusula precedente, requerirán la aprobación previa del CONCEDENTE, en estos casos las Partes convendrán el pago correspondiente, el cual no podrá ser inferior al valor de mercado, y la forma de distribución de los ingresos, entre otros.

Los gastos necesarios para la implementación de los Servicios Complementarios serán asumidos en su integridad por el CONCESIONARIO.

Servicios Opcionales

- 8.30. El CONCESIONARIO está facultado a prestar adicionalmente Servicios Opcionales dentro o fuera del Área de la Concesión en los bienes producto de las Inversiones Opcionales, cuya prestación no podrá estar condicionada a la contratación del Servicio. Por los Servicios Opcionales prestados, el CONCESIONARIO tendrá el derecho de cobrar un precio, el cual será a valor de mercado. Dichos servicios no podrán ser contrarios a la moral, a las buenas costumbres y al orden público. El CONCESIONARIO, o quien éste designe estará autorizado a prestarlos, previa aprobación por parte del CONCEDENTE.

Los Servicios Opcionales podrán ser i) estacionamientos, ii) arrendamientos de locales comerciales, de entretenimiento, culturales, depósitos, iii) otros.

La obtención de las áreas que resulten necesarias para la ejecución de las mencionadas inversiones así como la implementación de los servicios, deberán ser asumidos en su integridad por el CONCESIONARIO. En caso que las áreas solicitadas recaigan sobre bienes públicos, el CONCEDENTE podrá coadyuvar en su afectación. En ambos casos, a la caducidad de la concesión las nuevas áreas serán consideradas como ampliaciones del Área de Concesión establecida inicialmente.

Para la prestación de Servicios Opcionales se requerirá que las Partes convengan la forma de distribución de los ingresos, entre otros aspectos.



Integración de los Servicios de Transporte Urbano

- 8.31. El CONCEDENTE realizará las coordinaciones y suscribirá los acuerdos necesarios para lograr la integración física, tecnológica y operativa de los medios de transporte y de pago de las Tarifas de la Concesión, con otros medios de transporte y de pago de los sistemas de transporte de Lima y Callao, de manera que el sistema opere adecuadamente para los Usuarios.

Una vez realizadas las gestiones antes descritas por el CONCEDENTE, éste instruirá al CONCESIONARIO a realizar las medidas necesarias para lograr la integración tecnológica y operativa de los medios de transporte y de los medios de pago antes indicados. Para lograr dicha integración, el CONCEDENTE proporcionará los recursos necesarios al CONCESIONARIO, en montos y plazos acordados por las Partes.

El sistema de recaudo podrá ser manejado por un operador de recaudo completamente independiente del CONCESIONARIO designado por el CONCEDENTE. El CONCESIONARIO deberá brindar todas las facilidades para el desarrollo de sus funciones, además de tomar en consideración la Integración y puesta en funcionamiento del equipamiento necesario para cumplir con sus funciones.

Reordenamiento del Transporte Público

- 8.32. A fin de asegurar la adecuada integración de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, con el resto del sistema de transporte público de Lima y Callao, el CONCEDENTE realizará, dentro del marco de sus competencias, sus mejores esfuerzos en la coordinación con la Municipalidad Metropolitana de Lima y el Gobierno Regional del Callao, para lograr la implementación de un plan de reordenamiento de rutas del transporte público urbano de pasajeros. El referido plan deberá comprender adicionalmente las acciones y medidas que permitan realizar la supervisión y fiscalización del reordenamiento a fin de preservar su adecuado mantenimiento.
- 8.33. El CONCESIONARIO podrá solicitar al CONCEDENTE que este último gestione ante la Autoridad Gubernamental competente las autorizaciones para la prestación del servicio público de transporte de pasajeros materia de reordenamiento, incluyendo aquellas rutas que sirvan de rutas alimentadoras para la Concesión, de conformidad con las Leyes y Disposiciones Aplicables.

SECCIÓN IX: RÉGIMEN ECONÓMICO

Condiciones para la obtención del Cierre Financiero

- 9.1. A más tardar a los doce (12) meses, contados desde la Fecha de Cierre, el CONCESIONARIO deberá acreditar que cuenta con los recursos financieros o los contratos suscritos que establezcan los compromisos de financiamiento que se generen para la ejecución de al menos (.....) Hitos correspondientes al Tramo 1B de la Primera Etapa, según lo establecido en el Contrato.

Para acreditar que el CONCESIONARIO cuenta con el financiamiento correspondiente, éste deberá presentar, alternativa o conjuntamente para aprobación del CONCEDENTE: (i) copia legalizada notarial de los contratos de financiamiento, garantías, fideicomisos y en general cualquier texto contractual relevante, que el CONCESIONARIO haya acordado con el(los) Acreedor(es) Permitido(s) que participará(n) en el financiamiento del Tramo 1B de la Primera



Etapa; o (ii) constancia de haber efectuado aportes en efectivo en el Fideicomiso de Administración; o (iii) copia legalizada notarial de los contratos de financiamiento, garantías, fideicomisos y en general cualquier texto contractual relevante con Empresas Vinculadas al CONCESIONARIO. Los contratos referidos en el Numeral (i) deberán contener expresamente una disposición referida a que en caso el financiamiento quede sin efecto o el CONCESIONARIO incurra en alguna causal que active su terminación o resolución, el Acreedor Permitido comunicará inmediatamente dicha situación al CONCEDENTE.

En caso que el financiamiento del(los) primeros Hito(s) del Tramo 1B de la Primera Etapa se realice con recursos propios del CONCESIONARIO, este deberá presentar en el plazo señalado en el primer párrafo de la presente Cláusula, el testimonio de la escritura pública donde conste el aumento de capital correspondiente, debidamente pagado e inscrito en registros públicos.

- 9.2. En caso el CONCESIONARIO no haya cumplido con acreditar el cierre financiero de los recursos indicados, al vencimiento del plazo establecido en la Cláusula precedente, el CONCESIONARIO podrá solicitar al CONCEDENTE por única vez una ampliación de seis (06) meses, dicha solicitud deberá ser acompañada de un sustento económico y/o técnico según corresponda. En caso el CONCESIONARIO no acredite el cierre financiero al término del plazo ampliatorio, el CONCEDENTE podrá invocar la Caducidad de la Concesión por causa del CONCESIONARIO, en ese caso el CONCEDENTE ejecutará, en señal de compensación por daños y perjuicios, la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión por un monto equivalente al por ciento (.....%) de la misma.

Cabe mencionar que el cierre financiero no deberá variar el cronograma de adquisición del Material Rodante, presentado por el Concesionario en la Etapa del Concurso.

- 9.3. A más tardar a los veinticuatro (24) meses, contados desde la Fecha de Cierre, el CONCESIONARIO deberá acreditar que cuenta con los recursos financieros o los contratos suscritos que establezcan los compromisos de financiamiento que se generen para la ejecución de las Inversiones Obligatorias de la Segunda Etapa, según lo establecido en el Contrato.

Para efectos de la acreditación a que se refiere el párrafo precedente, el monto a ser acreditado por el CONCESIONARIO, será como mínimo el consignado en el Estudio Definitivo de Ingeniería del Tramo 2 y Tramo 3, así como el EDI de Material Rodante de la Etapa 2, debidamente aprobados.

Para acreditar que el CONCESIONARIO cuenta con el financiamiento correspondiente, éste deberá presentar, alternativa o conjuntamente para aprobación del CONCEDENTE: (i) copia legalizada notarialmente de los contratos de financiamiento, garantías, fideicomisos y en general cualquier texto contractual relevante, que el CONCESIONARIO haya acordado con el(los) Acreedor(es) Permitido(s) que participará(n) en el financiamiento de las Obras; o (ii) constancia de haber efectuado aportes en efectivo en el Fideicomiso de Administración; o (iii) copia legalizada notarialmente de los contratos de financiamiento, garantías, fideicomisos y en general cualquier texto contractual relevante con Empresas Vinculadas al CONCESIONARIO. Los contratos referidos en el Numeral (i) deberán contener expresamente una disposición referida a que en caso el financiamiento quede sin efecto o el CONCESIONARIO incurra en alguna causal



que active su terminación o resolución, el Acreedor Permitido comunicará inmediatamente dicha situación al CONCEDENTE.

En caso el CONCESIONARIO no haya cumplido con acreditar el cierre financiero de los recursos indicados, al vencimiento del plazo establecido en la presente Cláusula, el CONCESIONARIO podrá solicitar al CONCEDENTE por única vez una ampliación de seis (06) meses, dicha solicitud deberá ser acompañada de un sustento económico y/o técnico según corresponda. En caso el CONCESIONARIO no acredite el Cierre Financiero al término del plazo ampliatorio, el CONCEDENTE podrá invocar la Caducidad de la Concesión por causa del CONCESIONARIO, en ese caso el CONCEDENTE ejecutará, en señal de compensación por daños y perjuicios, la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión por un monto equivalente al por ciento (.....%) de la misma.

Estados Financieros

- 9.4. Dentro de los noventa (90) Días Calendario de iniciado cada Año Calendario, el CONCESIONARIO deberá entregar al CONCEDENTE y al Regulador sus estados financieros auditados correspondientes al ejercicio fiscal anterior. Asimismo, dentro de los treinta (30) Días Calendario de finalizado cada trimestre de cada Año Calendario, el CONCESIONARIO deberá entregar al CONCEDENTE y al Regulador sus estados financieros de dicho trimestre.

Mecanismos de Desarrollo Limpio

- 9.5. El CONCESIONARIO, reconoce que los derechos sobre la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero bajo Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) de acuerdo al Protocolo de Kyoto, derivados o que se deriven del Proyecto, son de propiedad exclusiva del CONCEDENTE.

Equilibrio Económico - Financiero

- 9.6. Las Partes reconocen que a la Fecha de Suscripción del Contrato, éste se encuentra en una situación de equilibrio económico - financiero en términos de derechos, responsabilidades y riesgos asignados a las Partes. Las Partes declaran su compromiso de mantener a lo largo de todo el período de duración del Contrato el equilibrio económico – financiero de éste.
- 9.7. El presente Contrato estipula un mecanismo de restablecimiento del equilibrio económico - financiero al cual tendrán derecho el CONCESIONARIO y el CONCEDENTE en caso que el equilibrio económico - financiero de la Concesión se vea significativamente afectado exclusiva y explícitamente debido a cambios en las Leyes y Disposiciones Aplicables, en la medida que cualquiera de dichos cambios tenga exclusiva relación a aspectos económicos financieros vinculados a la variación de ingresos, costos de inversión, operación y mantenimiento de la Concesión relacionados con la prestación del Servicio.

En caso que la ruptura del equilibrio económico - financiero de la Concesión se produzca durante la Fase de Ejecución de Obras, el restablecimiento procederá a partir del inicio de la Explotación.

El equilibrio será restablecido siempre que las condiciones anteriores hayan tenido implicancias en la variación de ingresos o la variación de costos, o ambos a la vez,



relacionados a la prestación del Servicio. Cualquiera de las Partes que considere que el equilibrio económico - financiero del Contrato se ha visto afectado podrá invocar su restablecimiento, proponiendo por escrito a la otra Parte y con la suficiente sustentación las soluciones y procedimientos a seguir para su restablecimiento.

- 9.8. El Regulador establecerá que el equilibrio económico - financiero se ha visto afectado cuando, debido a cambios en las Leyes y Disposiciones Aplicables, se demuestre la existencia de variaciones en los ingresos, costos o ambos a la vez, relacionados a la prestación de Servicios.

El restablecimiento del equilibrio económico financiero se efectuará en base al estado de pérdidas y ganancias auditado, donde sean verificables las variaciones de ingresos o costos anteriormente referidos. Sin perjuicio de ello, el Regulador podrá solicitar la información que sustente las variaciones señaladas.

El Regulador, establecerá la magnitud del desequilibrio en función a la diferencia entre:

- a) Los resultados antes de impuestos resultante del ejercicio, relacionados específicamente a la prestación del Servicio y reconocidos por el CONCEDENTE y/o el Regulador.
- b) El recalcado de los resultados antes de impuestos del mismo ejercicio, relacionado a la prestación del Servicio, aplicando los valores de ingresos o costos que correspondan al momento previo a la modificación que ocurran como consecuencia de los cambios en las Leyes y Disposiciones Aplicables.

Para tal efecto, el Regulador podrá solicitar al CONCESIONARIO la información que considere necesaria sobre los ingresos y costos que hayan sido afectados por los cambios en las Leyes y Disposiciones Aplicables.

- 9.9. Si el desequilibrio se produce en varios periodos, sin haberse restituido el mismo, se encontrará la diferencia acumulada de los resultados siguiendo el mismo procedimiento.

Acto seguido se procederá a encontrar el porcentaje del desequilibrio dividiendo la diferencia resultante del procedimiento a) y b) descritos en la cláusula 9.8, entre el resultado antes de impuestos del último ejercicio o del resultado acumulado, según corresponda. Si el resultado supera el diez por ciento (10%), se procederá a restablecerlo, otorgando una compensación al CONCESIONARIO o al CONCEDENTE, según corresponda, por el desequilibrio calculado.

En ambos casos, dicha compensación podrá ser adicionada o descontada, respectivamente, del RPMO, por el monto que resulte sin incluir intereses. Las Partes podrán acordar un mecanismo diferente de compensación.

Si el monto obtenido en el literal b) de la cláusula precedente es igual a cero (0), para restablecer el desequilibrio económico financiero sólo se tendrá en cuenta la diferencia de monto obtenido en a) menos el monto obtenido en b), sin ser necesario recalcular el porcentaje de desequilibrio antes mencionado.

- 9.10. En el supuesto que el CONCESIONARIO invoque el restablecimiento del equilibrio económico - financiero, corresponderá al Regulador determinar en los treinta (30) Días siguientes de recibida tal solicitud, la procedencia de la misma, en aplicación de lo dispuesto en los párrafos precedentes. De ser el caso, el Regulador deberá establecer en un plazo no mayor a treinta (30) Días, contados desde la fecha de su



pronunciamiento, el monto a pagar a favor del CONCESIONARIO, aplicando para tal efecto, los criterios de valorización previstos en la presente Cláusula e informará del resultado al CONCEDENTE para que tome las medidas correspondientes y al CONCESIONARIO. El monto que se haya determinado será abonado a éste dentro de los seis (06) meses siguientes sin incluir intereses. Por cualquier retraso se reconocerá un interés igual al Bono Soberano más dos por ciento (2%) sobre el saldo no pagado luego del periodo máximo de abono señalado.

En el supuesto que el CONCEDENTE invoque el restablecimiento del equilibrio económico - financiero, corresponderá al Regulador, determinar en los treinta (30) Días siguientes, la procedencia en aplicación de lo dispuesto en los párrafos precedentes. De ser el caso, el Regulador deberá establecer en un plazo no mayor a treinta (30) Días, contados desde el momento de emitido su pronunciamiento, el monto a pagar a favor del CONCEDENTE, aplicando para tal efecto, los criterios de valorización previstos en la presente Cláusula e informará del resultado al CONCEDENTE y al CONCESIONARIO para que tome las medidas correspondientes. El monto resultante será abonado por el CONCESIONARIO al CONCEDENTE dentro de los seis (06) meses siguientes. Por cualquier retraso se reconocerá un interés igual al cupón del Bono Soberano más dos por ciento (2%) sobre el saldo no pagado luego del periodo máximo de abono señalado.

En la misma oportunidad que el CONCEDENTE o el CONCESIONARIO invoquen el restablecimiento del equilibrio económico – financiero, se dirigirán al Regulador para que emita su opinión técnica de conformidad con sus competencias legalmente atribuidas en esta materia.

Cualquier otro procedimiento de restitución del equilibrio económico – financiero será acordado por las Partes.

- 9.11. La discrepancia respecto al monto de la compensación por efecto de la ruptura del equilibrio económico - financiero, será resuelta de conformidad con los mecanismos de solución de controversias regulados en la Sección XVI del presente Contrato, rigiendo las demás disposiciones de esta cláusula en lo que fueran pertinentes.

No se considerará aplicable lo indicado en esta Cláusula para aquellos cambios producidos como consecuencia de disposiciones expedidas por el Regulador que fijen infracciones o sanciones, que estuviesen contemplados en el Contrato o que resultaran a consecuencia de actos, hechos imputables o resultado del desempeño del CONCESIONARIO.

Régimen Tributario de la Concesión

- 9.12. El CONCESIONARIO estará sujeto a la legislación tributaria nacional, regional y municipal que le resulte aplicable, debiendo cumplir con todas las obligaciones de naturaleza tributaria que correspondan al ejercicio de su actividad. El CONCESIONARIO estará obligado, en los términos que señalen las Leyes y Disposiciones Aplicables, al pago de todos los impuestos, contribuciones y tasas que se apliquen entre otros, a los Bienes de la Concesión, sean dichos tributos administrados por el gobierno nacional, regional o municipal.

- 9.13. El CONCESIONARIO podrá suscribir con el Estado, un convenio de estabilidad jurídica, el que conforme a la normatividad aplicable tiene rango de contrato ley, con



arreglo a las disposiciones de los Decretos Legislativos N° 662 y N° 757 y el TEO así como sus normas modificatorias, complementarias y reglamentarias, previo cumplimiento de las condiciones y requisitos establecidos en dichas normas.

Asimismo, el CONCESIONARIO podrá acceder a los beneficios tributarios que le corresponda, siempre que cumpla con los procedimientos, requisitos y condiciones sustanciales y formales señaladas en las Leyes y Disposiciones Aplicables.

Fideicomiso de Administración y Garantías

9.14. Con la finalidad de facilitar, garantizar y atender el adecuado cumplimiento de las obligaciones correspondientes al pago del PPO, RPI, RPMO, entre otros, el CONCESIONARIO, constituirá el Fideicomiso de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Apéndice 3 del Anexo 5. El Fideicomiso tendrá como objeto recibir y mantener bajo dominio fiduciario los pagos a favor del CONCESIONARIO por los siguientes conceptos:

Pagos por inversiones:

- a. El importe correspondiente al PPO
- b. El importe correspondiente a la RPI
- c. El importe correspondiente al PPMR
- d. El importe correspondiente a la RPI-MR

Pagos por Operación y Mantenimiento:

- e. El importe correspondiente al RPMO_{A-C}
- f. El importe correspondiente al RPMO_{F-G}.

Tarifas

9.15. Corresponde al CONCESIONARIO, a cuenta del CONCEDENTE, el cobro de las Tarifas a partir del inicio de la Puesta en Operación Comercial del Tramo 1A de la Primera Etapa. Los ingresos provenientes del cobro de las Tarifas deberán ser depositados en el Fideicomiso, de conformidad con lo establecido en el Apéndice 3 del Anexo 5.

9.16. La Tarifa social a ser cobrada por el CONCESIONARIO desde la Puesta en Operación Comercial del Tramo que corresponda, será como sigue:

Tramo	Tarifa (S/.)
1A	
1B	
2	
3	

9.17. Las Tarifas están referidas a la prestación del Servicio de Metro de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta, por lo que no incluyen la prestación de otros servicios de transporte.



- 9.18. El importe de la Tarifa a ser cobrada por el CONCESIONARIO podrá ser modificada posteriormente por el CONCEDENTE en función a factores tales como el incremento en los costos de operación y mantenimiento, cambios en las tarifas del sistema de transporte urbano de pasajeros, incremento del costo de vida, entre otros factores que considere relevantes. En caso que el CONCEDENTE decida modificar las Tarifas, estas entrarán en vigencia en la Explotación, a los treinta (30) Días Calendario de modificadas.
- 9.19. A la Fecha de Suscripción del Contrato, la Tarifa se encuentra exonerada del IGV de acuerdo a lo previsto en el numeral 2 del Apéndice II del Texto Único Ordenado de la Ley del Impuesto General a las Ventas e Impuesto Selectivo al Consumo aprobado por el Decreto Supremo N° 055-99-EF.
- 9.20. La Tarifa y sus modificaciones deberán ser puestas en conocimiento de los Usuarios a través de la página web del CONCESIONARIO y en todas las boleterías o estaciones permanentemente, observando las normas de protección al consumidor que resulten aplicables.
- 9.21. Cualquier cambio de las Tarifas realizado por el CONCEDENTE, deberá ser comunicado al CONCESIONARIO y al Regulador, con al menos treinta (30) Días Calendario antes a la fecha de su entrada en vigencia. El CONCESIONARIO, además de lo dispuesto en la cláusula precedente, deberá comunicar dicha modificación a través de dos (02) diarios de amplia circulación en la provincia de Lima, por lo menos con quince (15) Días Calendario de anticipación a su aplicación.
- 9.22. De acuerdo a lo establecido en la Cláusula 2.7 del presente Contrato, la prestación del Servicio será realizada única y exclusivamente por el CONCESIONARIO, por el cual sólo tendrá derecho a cobrar las Tarifas por la prestación del Servicio durante la Concesión, sin que corresponda efectuar pago por cargo de acceso ni el ingreso de operadores que presten el Servicio que es objeto de la presente Concesión.

Otros Ingresos

- 9.23. Constituirán ingresos adicionales del CONCESIONARIO todos aquellos que éste perciba como consecuencia de la explotación de Servicios Complementarios tales como las servidumbres generadas como consecuencia del derecho de paso de la red de servicios públicos a través de la franja de derecho de vía asignado (Artículo 11 del Decreto Supremo N° 039-2010-MTC que aprueba el Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de Pasajeros en vías férreas que forman parte del Sistema Ferroviario Nacional, así como el Decreto Legislativo N° 418). El porcentaje correspondiente a favor del CONCEDENTE por los Ingresos Complementarios e Ingresos Opcionales, captados por el cobro de los Servicios Complementarios y Servicios Opcionales, serán depositados en la Cuenta de Recaudación del Fideicomiso por concepto de retribución para el CONCEDENTE. Las solicitudes de autorización del uso de la infraestructura para el pase de los servicios públicos, serán evaluados y aprobados por el CONCEDENTE, los mismos que en ningún caso deberán causar incompatibilidades con la seguridad y la operación del sistema ferroviario.

SECCIÓN X: RÉGIMEN FINANCIERO

De la Información de la Oferta del Concesionario



10.1. El Concesionario ha establecido en su Oferta los siguientes conceptos:

- a)
- b)
- c)
- d)

Valores de los Hitos de Obra

10.2. El CONCESIONARIO deberá establecer los Hitos, conforme a lo establecido en la Cláusula 6.33, los cuales serán pagados al CONCESIONARIO por el mecanismo de Pago por Obra y de Retribución por Inversiones.

10.3. Para poder diferenciar el mecanismo de pago de los Hitos de Obra, se debe cumplir con lo siguiente:

- e) El presupuesto de los Hitos de Obra para el mecanismo de Pago por Obra debe ser igual en proporción al Presupuesto de Obra fijado por el CONCESIONARIO para la Primera Etapa.
- f) El presupuesto de los Hitos del Sistema de Retribución por Inversiones debe ser igual en proporción al Presupuesto de Obra fijada por el CONCESIONARIO para la Segunda Etapa.
- g) El Presupuesto Referencial Total por Hitos de Obra debe ser igual al Presupuesto de Obra.

Pago Por Obras (PPO)

10.4. Las Obras a ser ejecutadas durante la Primera Etapa serán retribuidas al CONCESIONARIO por el CONCEDENTE mediante el mecanismo del PPO, el mismo que será reconocido mediante los Hitos de Obra y se dividen a su vez en Avances de Obra.

10.5. El desembolso del PPO se realizará con los recursos del CONCEDENTE provenientes del cofinanciamiento, el cual se efectuará en Dólares (US\$) y estará disponible en la cuenta del Fideicomiso en los plazos descritos en el presente Contrato.

10.6. El pago del PPO será efectuado de manera trimestral vencida, en las oportunidades previstas y que son detalladas en el Apéndice 1 del Anexo 5.

10.7. El pago del PPO se efectuará durante el plazo de vigencia de la Primera Etapa y por cuarenta y cuatro (44) meses.

10.8. El CONCESIONARIO informará al CONCEDENTE y al Regulador el inicio de la ejecución de la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias y en consecuencia de un Hito de Obra de la Primera Etapa, de acuerdo a lo establecido en el Cronograma Detallado. El presupuesto de dicho Hito de Obra, así como los Avances de Obra que lo conforman, sus presupuestos y demás características serán establecidos en los EFR correspondientes para la ejecución de las Inversiones Obligatorias de la Primera Etapa.

10.9. Los Avances de Obra, que conforman cada uno de los Hitos de Obra, tienen una programación trimestral y un importe de US\$ como mínimo. En dicha



programación deberá señalarse las partidas presupuestales que contienen y los importes correspondientes.

Al término del Avance de Obra, pero no antes del trimestre, el CONCESIONARIO solicitará al Supervisor el pago por Avance de Obra de un determinado Hito de Obra en ejecución. Para ello, el CONCESIONARIO deberá emitir un Reporte del Avance de Obra por partidas presupuestales que contiene el Presupuesto de Obra, el cual deberá ser aprobado por el CONCEDENTE y contar con la opinión favorable del Regulador.

- 10.10. El procedimiento para el reconocimiento de cada Hito de Obras se detalla en el Apéndice 1 del Anexo 5

Pago por Material Rodante (PPMR) de la Primera Etapa

- 10.11. El Material Rodante a ser provisto durante la Primera Etapa será retribuido al CONCESIONARIO por el CONCEDENTE mediante el mecanismo del PPMR, el mismo que será reconocido mediante los Hitos de Material Rodante y se dividen a su vez en Avances de Obra.
- 10.12. El desembolso del PPMR se realizará con los recursos del CONCEDENTE provenientes del Cofinanciamiento, el cual se efectuará en Dólares (US\$) y estará disponible en la cuenta del Fideicomiso en los plazos descritos en el presente Contrato.
- 10.13. El pago de PPMR será efectuado de manera trimestral vencida, en las oportunidades previstas y que son detalladas en el Apéndice 1 del Anexo 5.
- 10.14. El pago del PPMR se efectuará durante el periodo de vigencia de la Primera Etapa, es decir por cuarenta y cuatro (44) meses.
- 10.15. Para dar inicio al proceso de adquisición del Material Rodante, el Regulador verificará que las órdenes de compra son concordantes con lo aprobado por el Concedente en el EDI del Material Rodante.
- 10.16. El procedimiento para el reconocimiento del PPMR se detalla en el Apéndice 1 del Anexo 5

Del Sistema de Retribución por Inversiones (RPI)

- 10.17. Las Obras y provisión de Material Rodante a ser desarrolladas durante la Segunda Etapa serán financiadas por el CONCESIONARIO y reconocido por el CONCEDENTE mediante el mecanismo del RPI, donde el CONCESIONARIO tendrá derecho a recibir un pago por parte del CONCEDENTE a través del Fideicomiso por concepto del componente RPI, con cargo a los recursos a que se refiere el Apéndice 3 del Anexo 5.
- 10.18. La RPI es el derecho adquirido del CONCESIONARIO a recibir, de manera irrevocable e irrestricta, de parte del CONCEDENTE, a través del Fideicomiso, conforme con los lineamientos señalados en el Apéndice 2 Anexo 5 y expresamente establecido en el contrato de Fideicomiso, el valor representado por



la RPI, independientemente de la vigencia o caducidad de la Concesión. Los pagos del RPI tendrán una periodicidad trimestral y serán irrevocables.

10.19. El CONCESIONARIO adquiere el derecho a que se refiere el párrafo precedente como consecuencia de la obtención de cada CAO según lo establecido en el Apéndice 2 del Anexo 5 del Contrato.

10.20. El pago de la parte proporcional a la RPI por los CAO emitidos (RPICAO) será efectuado de manera trimestral vencida, en las oportunidades previstas y que son detalladas en el Apéndice 2 del Anexo 5.

10.21. El pago del RPI se efectuará durante _____(____) años y el pago del RPI durante _____(____) años.

Asimismo, el primer pago trimestral por concepto de RPI se efectuará como máximo _____(____) meses posteriores a la fecha de inicio de la Explotación de la Segunda Etapa.

10.22. Para el pago de las obligaciones del RPI y RPI-MR deberá considerar lo siguiente:

a. La fuente principal de pago del RPI y del RPI-MR son los ingresos provenientes del cobro de la Tarifas, los cuáles serán recaudadas por el CONCESIONARIO y serán depositados por éste directamente al Fideicomiso desde la fecha de inicio de la Explotación de la Concesión. .

Las recaudación del cobro de Tarifa de la Primera Etapa se utilizarán como un Fondo de Garantía de Liquidez. Este fondo deberá ser depositado a una cuenta en el Fideicomiso que debe tener al menos el monto necesario para pagar dos cuotas trimestrales del RPI y del RPI-MR.

b. Seis meses antes iniciar el pago del RPI y del RPI-MR el Fiduciario informará el monto necesario para poder cumplir con las obligaciones de dichos compromisos pago de al menos para seis (06) meses. El CONCEDENTE deberá hacer el depósito dicho importe en un plazo máximo de sesenta (60) Días Calendario.

c. El Fiduciario realizará el mismo procedimiento cada seis (06) meses cuidando que exista en el Fondo de Garantía de Liquidez lo señalado en el literal a. Si existe algún monto por depositar el CONCEDENTE realizará similar operación en los siguientes treinta (30) Días Calendario.

d. El CONCEDENTE instruirá al Fiduciario a fin de que el Fideicomiso destine trimestralmente los montos del RPI y del RPI-MR según el cronograma trimestral respectivo.

Los pagos del RPI y del RPI-MR se realizarán los días veintiocho (28) de los meses de marzo, junio, setiembre y diciembre de cada Año de la Concesión, una vez iniciada la Explotación de la Primera Etapa, por un periodo de quince (15) Años de la Concesión, equivalente a sesenta (60) cuotas trimestrales o hasta se haya completado las obligaciones del RPI y el RPI-MR.

e. Los pagos del RPI y del RPI-MR se efectuarán de manera irrevocable de acuerdo a lo establecido en el Contrato de Concesión.



- f. En la fecha de pago indicada en el acápite d, se efectuarán las transferencias desde el Fideicomiso a favor del CONCESIONARIO.
- g. En caso se presente un retraso en los pagos por parte del CONCEDENTE, este deberá realizar un pago adicional por concepto de interés moratorio, de acuerdo al mismo procedimiento establecido en el numeral 7.6 del Apéndice 5 del Anexo 5. Dicho pago adicional se efectuará conjuntamente con el pago correspondiente.
- h. El CONCEDENTE dará las instrucciones para que los flujos de pago denominados pagos irrevocables del RPI y del RPI-MR, derivados de la emisión de los CAO y los CAO-MR, respectivamente, tengan características de irrevocables a todo evento, inalterables, no ajustables, de modo de dar predictibilidad al flujo de pagos de las inversiones en Obras y en Material Rodante. Estos pagos serán realizados al margen de caducidad, terminación, resolución o suspensión del CONTRATO por cualquiera de sus causales.

El diseño definitivo será establecido según las exigencias del mercado de capitales y dentro de los mecanismos de seguridad razonable que necesita el financiamiento del CONCESIONARIO, de acuerdo a las posibilidades legales del CONCEDENTE.

- i. Los flujos que excedan a las previsiones del Fondo de Reserva de Liquidez deberán ser transferidos a la cuenta de "Operación" para pagar los RPMO correspondientes.

10.23. El procedimiento para el reconocimiento de la RPI se detalla en el Apéndice 1 del Anexo 5.

Ajustes por Evento Geológico

10.24. La ocurrencia del Evento Geológico, deberá ser caracterizada en primera instancia por el CONCESIONARIO y el CONCEDENTE (representado por el Regulador); y de no existir acuerdo, por el Tribunal Arbitral en base a la evaluación técnica de la ocurrencia y de la connotación económica de su superación, diferenciando los eventos previsibles (identificados en los Estudios Existentes y cuya superación en términos de plazos y costos, el CONCESIONARIO debió haber previsto) de aquellos que tengan connotación extraordinaria e inesperada. Los eventos geológicos identificados en los EDI, tienen la calidad de previsibles. Dicha calidad de previsibilidad se mantendrá frente a un resultado contrario que pueda ser determinado en el marco de la elaboración del mismo, salvo pronunciamiento distinto del Tribunal Arbitral.

10.25. En caso se presenten desviaciones en el EDI respecto al Proyecto Referencial a causa de algún Evento Geológico de Hecho o Fáctico, el CONCESIONARIO podrá solicitar al CONCEDENTE un Ajuste por Riesgo Geológico sujetándose al siguiente procedimiento:

- a. El CONCESIONARIO deberá presentar al CONCEDENTE y al Regulador una Notificación de Periodo de Riesgo Geológico, luego que el Supervisor y el CONCESIONARIO haya verificado variaciones de rendimiento o presupuesto mayores al 5% de lo programado de forma continua en tres días.



- b. Al cierre del Hito de Obra el CONCESIONARIO deberá presentar al CONCEDENTE y al SUPERVISOR una Solicitud de Ajuste por Riesgo Geológico (SARG), por cada Hito de Obra involucrado, la cual deberá incluir, cómo mínimo: (i) Informe técnico descriptivo que sustente la solicitud, (ii) Informe Técnico-Económico que sustente las variaciones de, rendimiento, presupuesto y plazos por la ocurrencia de este riesgo geológico, y (iii) (iv) Propuesta de reembolso con una estructura de costos detallada.
- c. La SARG deberá ser presentada para la Liquidación del Hito de Obra. Por cada Hito de Obra sólo se permitirá la presentación de una SARG. En un plazo máximo de diez (10) días, el CONCEDENTE, con el visto bueno del SUPERVISOR, deberá emitir un comunicado aceptando o rechazando la SARG.
- d. En caso de aceptación, se procederá a incluir el monto del reembolso en el cálculo de la Liquidación del Hito de Obra correspondiente, según lo establecido en las Cláusula 9.25 y 9.39, respectivamente. De existir observaciones, el informe del Supervisor deberá contener la valorización de la parte aceptada y la parte observada. Se procederá al pago de la parte aceptada dentro de la Liquidación del Hito de Obra. El SUPERVISOR otorgará al CONCESIONARIO un plazo para levantar dichas observaciones y presentar la SARG revisada, de ocurrir esto en un plazo de cinco (5) días se integrará a la Liquidación del Hito de Obra, de no ocurrir se integrará a la siguiente liquidación.

Retribución Por Operación y Mantenimiento (RPMO)

- 10.26. El CONCESIONARIO se hará cargo de la Operación y el Mantenimiento de los Bienes de la Concesión, durante el periodo de Explotación de la misma. El CONCESIONARIO tendrá derecho a una Retribución por Operación y Mantenimiento (RPMO) que a su vez se compone de una Retribución por Operación y Mantenimiento correspondiente al Ramal Ate-Callao (RPMOA-C) y una Retribución por Operación y Mantenimiento correspondiente al Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta (RPMOF-G).
- 10.27. Este pago, estará a cargo del CONCEDENTE, se efectuará mensualmente a través del Fideicomiso, desde el Inicio de la Explotación de cada Etapa de hasta la culminación de la misma.
- 10.28. Al final de cada mes de la Concesión, luego de iniciada la Explotación de cada Etapa, se calculará el valor del RPMO correspondiente a cada ramal y se pagará conforme al procedimiento descrito en el Apéndice 5 del Anexo 5. En adelante, se debe entender que se realizará un cálculo independiente para los importes del RPMO, es decir se calculará un $RPMO_{A-C}$ y un $RPMO_{F-G}$.
- 10.29. Los componentes del RPMO son los siguientes:
 - a. Costos de Operación y Mantenimiento Fijos ($COYM_F$).
 - b. Costo Variable de Energía Eléctrica (CE).
 - c. Costo Variable de Manutención del Material Rodante (CM).
 - d. Costo Variable de Revisiones Generales del Material Rodante (CRG).
 - e. Gastos Generales, Imprevistos y Utilidad del Concesionario (GG).
- 10.30. En caso el CONCEDENTE decida revertir los bienes correspondientes al Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta, se dejará sin efecto el pago por $RPMO_{F-G}$ que



corresponde a dicho Ramal. El procedimiento para efectuar la mencionada reversión se describe en el Apéndice 5 del Anexo 5.

10.31. El procedimiento de pago de la RPMO se realizará según el mecanismo establecido en el Apéndice 5 del Anexo 5.

SECCIÓN XI: GARANTÍAS

Garantías a favor del CONCESIONARIO

El CONCEDENTE garantiza al CONCESIONARIO que prestará el apoyo que fuere necesario para asegurar la debida protección de la Concesión, con el fin de garantizar la prestación ininterrumpida de los Servicios sin perjuicio de la responsabilidad del CONCESIONARIO respecto de los mismos. En ningún caso, la referida garantía constituirá una garantía financiera.

Garantías a favor del CONCEDENTE

11.1. Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato

11.1.1. El CONCESIONARIO deberá mantener durante toda la vigencia del Plazo de la Concesión, y hasta seis (06) meses adicionales, una Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de acuerdo a lo previsto en esta Cláusula.

11.1.2. El CONCESIONARIO está obligado a entregar al CONCEDENTE, en la Fecha de Cierre, una carta fianza irrevocable, incondicional, solidaria, de realización automática, sin beneficio de excusión, ni división, bajo los términos y condiciones señalados en el Apéndice 1 del Anexo 4 del Contrato, de acuerdo a la Cláusula 11.1.3.

11.1.3. La Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato deberá ser emitida a favor del CONCEDENTE por una Empresa Bancaria o por un Banco Internacional de Primera Categoría pero confirmada por una Empresa Bancaria del sistema financiero nacional, por un monto de Quinientos y 00/100 millones de Dólares (US\$ 500 000 000.00) desde la Fecha de Suscripción del Contrato y durante el periodo de la Concesión. La Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato deberá estar vigente por seis (06) meses posteriores al Plazo de la Concesión.

11.1.4. Objeto de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato

Este instrumento garantiza, durante su vigencia, el correcto y oportuno cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones que este Contrato establece a cargo del CONCESIONARIO, incluyendo los Errores de Diseño de las Obras y Material Rodante que se evidencien durante el Plazo de Concesión. El monto de la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato no constituye un límite a las penalidades o indemnizaciones que puedan corresponder por los incumplimientos.

Esta garantía no cubre las obligaciones derivadas de la ejecución de las Inversiones Obligatorias, salvo aquellas obligaciones referidas al diseño del Proyecto.



La Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato podrá ser ejecutada en forma parcial, en caso que las penalidades devengadas de acuerdo al presente Contrato no sean pagadas en forma directa y oportuna por el CONCESIONARIO; o, que el monto que le corresponda al CONCEDENTE por cualquier incumplimiento del Contrato sea menor al monto total de la garantía.

La Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato también podrá ser ejecutada para efectos de subsanar incumplimientos en que incurra el CONCESIONARIO en contratos de arrendamientos financieros o similares de bienes necesarios para una Explotación normal y adecuada del Servicio. A solicitud del CONCEDENTE se podrá ejecutar el monto que sea necesario para subsanar el incumplimiento del CONCESIONARIO y evitar la resolución de estos contratos u otros que permitan el uso y/o aprovechamiento de bienes para la Explotación.

La ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato procederá siempre que el CONCESIONARIO no hubiese pagado las penalidades o subsanado los incumplimientos dentro de los plazos otorgados para tal fin.

11.1.5. Restitución del monto garantizado

En caso de ejecución parcial o total de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato, el CONCESIONARIO está obligado a restituirla al monto original y en las mismas condiciones establecidas en la Cláusula 11.1.3, lo que deberá efectuar dentro de los treinta (30) Días Calendario siguientes a la fecha en que se realizó la ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato, sea parcial o total. En caso venciera dicho plazo sin que el CONCESIONARIO cumpla con restituir el monto total, el CONCEDENTE podrá ejercer su derecho de resolución del Contrato previsto en la Cláusula 15.4.

11.1.6. Renovación

La Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato deberá renovarse anualmente de manera tal que se mantenga vigente hasta seis (06) meses posteriores al vencimiento del Plazo de la Concesión. Si se prorroga el Plazo de la Concesión, la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato deberá renovarse anualmente de manera tal que se mantenga vigente hasta seis (06) meses posteriores al período de la prórroga.

Si la fianza no es renovada por el CONCESIONARIO a más tardar treinta (30) Días Calendario antes de su vencimiento, el Regulador procederá a la ejecución total de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato. Sin perjuicio de lo dispuesto en el Literal m) de la Cláusula 15.4, el monto de la garantía será retenido por el CONCEDENTE como garantía hasta que el CONCESIONARIO cumpla con renovar la fianza. Al cumplimiento de la renovación de la fianza, el CONCEDENTE devolverá al CONCESIONARIO el monto de la garantía, sin intereses, y luego de deducidos los gastos en que haya incurrido, de ser el caso.

Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo anterior, serán aplicables las penalidades previstas en el Anexo 10..



La Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato deberá ser emitida, en los términos contenidos en las Bases y en la presente Cláusula.

11.2. Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras

11.2.1. El CONCESIONARIO deberá presentar a más tardar a los dos (2) meses posteriores a la aprobación del primer EDI de Obras y hasta seis (06) meses adicionales a la aceptación y culminación de la totalidad de las Obras, una Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras, de acuerdo a lo previsto en esta Cláusula, al Expediente Técnico y al Estudio Definitivo de Ingeniería.

11.2.2. El CONCESIONARIO está obligado a entregar al CONCEDENTE, a más tardar a los dos (2) meses posteriores a la aprobación del primer EDI de Obras, una carta fianza irrevocable, incondicional, solidaria, de realización automática, sin beneficio de excusión, ni división, bajo los términos y condiciones señalados en el Apéndice 2 del Anexo 4 del Contrato, de acuerdo a lo establecido en la Cláusula 11.2.3. El Regulador se encuentra facultado a ejecutar dicha garantía, por los supuestos establecidos en el presente Contrato. En caso ejecute total o parcialmente la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras, el Regulador deberá abonar el monto entregado por la entidad bancaria y/o financiera al CONCEDENTE.

11.2.3. La Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras deberá ser emitida a favor del CONCEDENTE por una Empresa Bancaria o por un Banco Internacional de Primera Categoría pero confirmada por una Empresa Bancaria del sistema financiero nacional, por un monto de a más tardar a los dos (2) meses posteriores a la aprobación del primer EDI de Obras y mantenerse vigente hasta la aceptación y culminación de la totalidad de las Obras de los Tramos.

11.2.4. Objeto de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras

Este instrumento garantiza, durante su vigencia, la correcta ejecución de las Obras, de acuerdo al Expediente Técnico y al Estudio Definitivo de Ingeniería, así como las Obras Adicionales, incluyendo el pago de las cláusulas penales referidas a la ejecución de Obras. El monto de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras no constituye un límite a las penalidades o indemnizaciones que puedan corresponder por los incumplimientos.

La Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras podrá ser ejecutada en forma parcial, en caso que las penalidades devengadas de acuerdo al presente Contrato, producto de obligaciones derivadas de la ejecución de la Obras, no sean pagadas en forma directa y oportuna por el CONCESIONARIO; o, que el monto que le corresponda al CONCEDENTE por cualquier incumplimiento de Obras sea menor al monto total de la garantía.

La ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras procederá siempre que el CONCESIONARIO no hubiese pagado las penalidades o subsanado los incumplimientos, referidos a obligaciones derivadas de la ejecución de Obras, dentro de los plazos otorgados para tal fin.

11.2.5. Restitución del monto garantizado



En caso de ejecución parcial o total de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras, el CONCESIONARIO está obligado a restituirla al monto original y en las mismas condiciones establecidas en la Cláusula 11.2.3, lo que deberá efectuar dentro de los treinta (30) Días Calendario siguientes a la fecha en que se realizó la ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras, sea parcial o total. En caso venciera dicho plazo sin que el CONCESIONARIO cumpla con restituir el monto total, el CONCEDENTE podrá ejercer su derecho de resolución del Contrato previsto en la Cláusula 15.4.

11.2.6. Renovación

La Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras deberá renovarse anualmente de manera tal que se mantenga vigente hasta seis (06) meses posteriores a la culminación de la totalidad de las Obras. Si se prorroga la etapa de ejecución de las Obras, la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras deberá renovarse anualmente de manera tal que se mantenga vigente hasta seis (06) meses posteriores al período de la prórroga.

Si la fianza no es renovada por el CONCESIONARIO a más tardar treinta (30) Días Calendario antes de su vencimiento, el Regulador procederá a la ejecución total de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras. Sin perjuicio de lo dispuesto en el Literal m) de la Cláusula 15.4, el monto de la garantía será retenido por el CONCEDENTE como garantía hasta que el CONCESIONARIO cumpla con renovar la fianza. Al cumplimiento de la renovación de la fianza, el CONCEDENTE devolverá al CONCESIONARIO el monto de la garantía, sin intereses, y luego de deducidos los gastos en que haya incurrido, de ser el caso.

Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo anterior, serán aplicables las penalidades previstas en el Anexo 10.

La Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras deberá ser emitida, en los términos contenidos en las Bases y en la presente Cláusula.

11.3. Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante

11.3.1. El CONCESIONARIO deberá mantener a partir de los dos (02) meses posteriores a la aprobación del EDI correspondiente al Material Rodante del Tramo respectivo y hasta seis (06) meses adicionales a la aceptación y culminación de la totalidad de la Provisión de Material Rodante del respectivo tramo, una Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante, de acuerdo a lo previsto en esta Cláusula, al Expediente Técnico y al Estudio Definitivo de Ingeniería.

11.3.2. El CONCESIONARIO está obligado a entregar al CONCEDENTE, en la Fecha de Cierre, una carta fianza irrevocable, incondicional, solidaria, de realización automática, sin beneficio de excusión, ni división, bajo los términos y condiciones señalados en el Apéndice 3 del Anexo 4 del Contrato, de acuerdo a lo establecido en la Cláusula 11.3.3. El Regulador se encuentra facultado a ejecutar dicha garantía, por los supuestos establecidos en el presente Contrato. En caso ejecute total o parcialmente la Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante, el



Regulador deberá abonar el monto entregado por la entidad bancaria y/o financiera al CONCEDENTE.

11.3.3. La Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante deberá ser emitida a favor del CONCEDENTE por una Empresa Bancaria o por un Banco Internacional de Primera Categoría pero confirmada por una Empresa Bancaria del sistema financiero nacional, por un monto de (US\$) desde los dos (02) meses posteriores a la aprobación del EDI correspondiente al Material Rodante del Tramo respectivo y durante el periodo en que se opere únicamente el Tramo 1A, a partir de la operación del Tramo 2 la Garantía de Fiel Cumplimiento de Material Rodante deberá ser por un monto de (US\$) y deberá estar vigente por seis (06) meses posteriores a la culminación y a la aceptación de la Provisión de Material Rodante, de manera total.

11.3.4. Objeto de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante

Este instrumento garantiza, durante su vigencia, la correcta provisión de Material Rodante, de acuerdo al Expediente Técnico y al Estudio Definitivo de Ingeniería, así como su reparación en caso de ser necesario, incluyendo el pago de las cláusulas penales referidas a la provisión de Material Rodante. El monto de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante no constituye un límite a las penalidades o indemnizaciones que puedan corresponder por los incumplimientos.

La Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante podrá ser ejecutada en forma parcial, en caso que las penalidades devengadas de acuerdo al presente Contrato, producto de obligaciones derivadas de la provisión de Material Rodante, no sean pagadas en forma directa y oportuna por el CONCESIONARIO; o, que el monto que le corresponda al CONCEDENTE por cualquier incumplimiento de Provisión de Material Rodante sea menor al monto total de la garantía.

La ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante procederá siempre que el CONCESIONARIO no hubiese pagado las penalidades o subsanado los incumplimientos, referidos a obligaciones derivadas de la Provisión de Material Rodante, dentro de los plazos otorgados para tal fin.

11.3.5. Restitución del monto garantizado

En caso de ejecución parcial o total de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante, el CONCESIONARIO está obligado a restituirla al monto original y en las mismas condiciones establecidas en la Cláusula 11.3.3, lo que deberá efectuar dentro de los treinta (30) Días Calendario siguientes a la fecha en que se realizó la ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante, sea parcial o total. En caso venciera dicho plazo sin que el CONCESIONARIO cumpla con restituir el monto total, el CONCEDENTE podrá ejercer su derecho de resolución del Contrato previsto en la Cláusula 15.4.



11.3.6. Renovación

La Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante deberá renovarse anualmente de manera tal que se mantenga vigente hasta seis (06) meses posteriores a la culminación y aceptación de la Provisión de Material Rodante, de manera total. Si se prorroga el plazo de entrega del Material Rodante, la Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante deberá renovarse anualmente de manera tal que se mantenga vigente hasta seis (06) meses posteriores al período de la prórroga.

Si la fianza no es renovada por el CONCESIONARIO a más tardar treinta (30) Días Calendario antes de su vencimiento, el Regulador procederá a la ejecución total de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante. Sin perjuicio de lo dispuesto en el Literal m) de la Cláusula 15.4, el monto de la garantía será retenido por el CONCEDENTE como garantía hasta que el CONCESIONARIO cumpla con renovar la fianza. Al cumplimiento de la renovación de la fianza, el CONCEDENTE devolverá al CONCESIONARIO el monto de la garantía, sin intereses, y luego de deducidos los gastos en que haya incurrido, de ser el caso.

Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo anterior, serán aplicables las penalidades previstas en el Anexo 10

La Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante deberá ser emitida, en los términos contenidos en las Bases y en la presente Cláusula.

Garantías a favor de los Acreedores Permitidos

11.4. Con el propósito de obtener financiamiento para cumplir con la ejecución de las Inversiones Obligatorias y la prestación del Servicio en los términos exigidos bajo el Contrato, el CONCESIONARIO, siempre que las Leyes y Disposiciones Aplicables lo permitan y siguiendo el procedimiento que las mismas establezcan, podrá, previa autorización del CONCEDENTE y con opinión técnica del Regulador, otorgar garantías a favor de los Acreedores Permitidos, para garantizar el Endeudamiento Garantizado Permitido, sobre lo siguiente:

- a) El derecho de Concesión, conforme a lo previsto en el artículo 3 de la Ley N° 26885.
- b) Los Ingresos del Concesionario, netos de la Retribución, y luego de deducido el Aporte por Regulación a la que se refiere el inciso a) del artículo 14 de la Ley N° 2691, el Aporte por Supervisión a que se refiere Ley N° 29754 y de cualquier otro monto comprometido a entidades estatales.
- c) Las acciones o participaciones del CONCESIONARIO.

El CONCESIONARIO acepta y reconoce que cualquiera de tales garantías o asignaciones de fondos no lo relevará de sus obligaciones en cumplimiento de lo establecido en el presente Contrato.

El CONCEDENTE acepta y reconoce que ni los Acreedores Permitidos ni otra persona que actúe en representación de ellos serán responsables del cumplimiento del Contrato por parte del CONCESIONARIO hasta que en su caso los Acreedores Permitidos ejerzan los derechos mencionados en la Literal b. de la Cláusula 11.6. respecto de la ejecución de la hipoteca, en cuyo caso quien resulte titular de la



misma como consecuencia de su ejecución, asumirá en su condición de nuevo concesionario, las obligaciones y derechos del presente Contrato.

El CONCEDENTE y el CONCESIONARIO garantizan que los derechos que se estipulan a favor de los Acreedores Permitidos en el presente Contrato son irrenunciables, irrevocables e inmutables, salvo que medie el consentimiento previo y expreso de tales Acreedores Permitidos; entendiéndose que con la sola comunicación de los Acreedores Permitidos, dirigida al CONCEDENTE y al CONCESIONARIO haciéndole conocer que harán uso de tales derechos, se tendrá por cumplida la aceptación del respectivo Acreedor Permitido a la que se refiere el Artículo 1458 del Código Civil.

Para efecto de la autorización de constitución de las garantías a que se refiere la presente Cláusula, el CONCESIONARIO deberá entregar al CONCEDENTE y al Regulador copia de los proyectos de contrato y demás documentos relacionados con la operación, así como una declaración del posible Acreedor Permitido que contenga los requisitos contenidos en el Anexo 11.

11.4.1. Autorización de Endeudamiento Garantizado Permitido

Los términos financieros principales del Endeudamiento Garantizado Permitido, incluyendo los montos del principal, tasa o tasas de interés, disposiciones sobre amortización, gastos de emisión, comisiones, penalidades por pago anticipado, seguros, impuestos, garantías, entre otros, requerirán la aprobación del CONCEDENTE. La aprobación sólo podrá negarse basándose en el perjuicio económico que dichos términos podrían ocasionar al CONCEDENTE.

EL CONCESIONARIO acepta y reconoce que cualquiera de tales garantías no lo relevará de sus obligaciones contractuales.

El CONCESIONARIO deberá presentar por escrito la solicitud de aprobación simultáneamente al CONCEDENTE y al Regulador, acompañando la información vinculada al Endeudamiento Garantizado Permitido, así como la información indicada en el primer párrafo de la presente Cláusula.

El CONCEDENTE deberá emitir su pronunciamiento en un plazo máximo de treinta (30) Días Calendario, respectivamente, contados desde el día siguiente de la fecha de vencimiento del plazo para la emisión de la opinión técnica del Regulador, aun cuando este último no se haya pronunciado. El Regulador contará con veinte (20) Días contados desde la fecha de recepción de la solicitud del CONCESIONARIO para emitir su opinión técnica.

Para los efectos de la evaluación, el CONCEDENTE y el Regulador podrán solicitar información adicional, dentro de los quince (15) Días Calendario de recibida la solicitud presentada por el CONCESIONARIO. En tal caso, el plazo máximo de veinte (20) Días Calendario para la emisión de la opinión técnica del Regulador comenzará nuevamente a computarse desde la fecha de presentación de la información adicional solicitada, siempre que haya sido presentada de manera completa y sin deficiencias. Dicha información deberá ser remitida simultáneamente al Regulador y al CONCEDENTE.



Por su parte, el CONCEDENTE podrá solicitar, información adicional dentro de los quince (15) Días Calendario de recibida la opinión técnica del Regulador. En tal caso, los plazos máximos previstos para que dichas entidades emitan su pronunciamiento, comenzarán nuevamente a computarse desde la fecha de presentación de la información adicional solicitada.

En caso venciera el plazo mencionado en los párrafos anteriores sin que el CONCEDENTE se pronuncie, se entenderá que el Endeudamiento Garantizado Permitido ha sido aprobado.

El Anexo 11 del presente Contrato contiene los términos de la comunicación que el CONCEDENTE conviene irrevocablemente en otorgar a favor de los Acreedores Permitidos, consintiendo en la creación del paquete de garantías así como en su ejecución cuando así lo requieran los Acreedores Permitidos.

El CONCEDENTE podrá exigir que en los contratos que el CONCESIONARIO celebre con Acreedores Permitidos para el financiamiento de las Obras se establezca el derecho del CONCEDENTE a asumir la posición contractual del CONCESIONARIO en caso de Caducidad de la Concesión. Para tal fin, el CONCEDENTE contará con un plazo perentorio de diez (10) Días, contados desde la fecha de presentación de la solicitud mencionada en el tercer párrafo de esta Cláusula, para ejercer tal derecho.

Cualquier modificación que el CONCESIONARIO estime necesario realizar a los términos financieros del Endeudamiento Garantizado Permitido contraído, deberá contar con la aprobación previa del CONCEDENTE y la opinión técnica del Regulador, de acuerdo con el procedimiento establecido en la presente Cláusula.

11.4.2. Hipoteca del derecho de la Concesión

El CONCESIONARIO tiene derecho a otorgar en hipoteca su derecho de Concesión de acuerdo a lo establecido en el Ley N° 26885, Ley de Incentivos a las Concesiones de Obras de Infraestructura y de Servicios Públicos y Leyes y Disposiciones Aplicables, en garantía del Endeudamiento Garantizado Permitido. La solicitud de autorización y la constitución de la garantía y su respectiva ejecución extrajudicial se regirán por las siguientes reglas:

1. Autorización de constitución de Hipoteca

El CONCESIONARIO podrá constituir hipoteca sobre su derecho de Concesión siempre que cuente con la previa autorización otorgada por el CONCEDENTE y opinión técnica del Regulador, según la Cláusula 11.4.1.

Para la modificación de la hipoteca sobre la Concesión en caso sea necesario, se seguirá el mismo procedimiento previsto en la Cláusula 11.4.1.

2. Ejecución Extrajudicial de la Hipoteca

La ejecución de la hipoteca se hará siguiendo similares principios y mecanismos que los establecidos para la ejecución de la garantía mobiliaria prevista en la Cláusula 11.4.3, procedimiento de ejecución



que será establecido en el correspondiente contrato de hipoteca respetando lo establecido en el Artículo 3 de la Ley N° 26885.

11.4.3. Procedimiento de ejecución de la garantía mobiliaria sobre acciones o participaciones correspondiente a la Participación Mínima

El procedimiento de ejecución de la garantía mobiliaria sobre las acciones o participaciones correspondientes a la Participación Mínima, bajo la dirección del (los) Acreedor(es) Permitido(s) y con la participación del CONCEDENTE, se registrará obligatoriamente por las siguientes reglas:

- La decisión del (los) Acreedor(es) Permitido(s) consistente en ejercer su derecho a ejecutar la garantía mobiliaria de las acciones o participaciones constituida a su favor, deberá ser comunicada por escrito al CONCEDENTE, al CONCESIONARIO y al Regulador.
- A partir de dicho momento, (a) el CONCEDENTE estará impedido de declarar la Caducidad de la Concesión y estará obligado a iniciar inmediatamente las coordinaciones del caso con el (los) Acreedor(es) Permitido(s), con el objeto de designar a la persona jurídica que, conforme a los mismos términos previstos en el Contrato de Concesión y bajo una retribución a ser acordada con el (los) Acreedor(es) Permitido(s), actuará como interventor y estará transitoriamente a cargo de la operación de la Concesión durante el tiempo que demande la sustitución del Socio Estratégico a que se hace referencia en los puntos siguientes; y (b) ningún acto del CONCESIONARIO podrá suspender el procedimiento de ejecución de la garantía mobiliaria, quedando impedido a dar cumplimiento a las obligaciones que dieron lugar a la ejecución de la referida garantía.
- Para tales efectos, el (los) Acreedor(es) Permitido(s) podrá(n) proponer al CONCEDENTE operadores calificados, que cumplan con los requisitos establecidos en las Bases y quien elegirá a uno de ellos para encargarse transitoriamente de la Concesión. La designación de la persona jurídica que actuará como interventor, determinada por el CONCEDENTE, deberá ser comunicada por escrito al Regulador y al CONCESIONARIO. A partir de dicho momento, el CONCESIONARIO estará obligado a iniciar las coordinaciones del caso, con el objeto que la transición de transferencia se lleve a cabo de la manera más eficiente posible.
- La operación transitoria de la Concesión en manos del interventor deberá quedar perfeccionada en un plazo no mayor a los sesenta (60) Días Calendario contados a partir de la fecha en que el CONCESIONARIO tome conocimiento de la referida designación, asumiendo el CONCESIONARIO responsabilidad si la operación transitoria antes mencionada no se perfecciona por causas imputables a éste.
- Una vez que la Concesión se encuentre bajo la operación transitoria del interventor, el (los) Acreedor(es) Permitido(s) deberá(n) proponer al CONCEDENTE, el texto íntegro de la convocatoria y las bases del procedimiento de subasta privada de la Participación Mínima, en un plazo máximo de treinta (30) Días. Dichas bases deberán respetar los lineamientos sustantivos contenidos en las Bases del Concurso, especialmente en lo correspondiente a las características generales de



la Concesión y el Estudio Definitivo de Ingeniería respectivamente, en cuanto no se opongan a la naturaleza de la nueva subasta a realizarse. A tal efecto, el (los) Acreedor(es) Permitido(s) deberá(n) remitir una propuesta de convocatoria y bases al CONCEDENTE.

- Sometido el texto de la convocatoria y las bases del procedimiento de subasta privada de la Participación Mínima a consideración del CONCEDENTE, éste deberá formular sus observaciones sobre los mismos a través de un pronunciamiento que deberá ser emitido dentro de los diez (10) Días contados a partir de la fecha en que se le entregó el texto en referencia. Vencido dicho plazo y a falta de pronunciamiento por parte del CONCEDENTE, el referido texto se entenderá aprobado.
- Una vez que el (los) Acreedor(es) Permitido(s) tome(n) conocimiento de las observaciones formuladas por el CONCEDENTE, tendrá(n) un plazo no mayor a diez (10) Días para efectos de subsanarlas o rechazarlas y someter al CONCEDENTE por segunda vez el texto de la convocatoria y las bases del procedimiento de subasta privada de la Participación Mínima. Seguidamente, el CONCEDENTE deberá emitir pronunciamiento respecto del texto en referencia dentro de los diez (10) Días contados a partir de la fecha en que se le comunicó por segunda vez. No obstante, vencido el plazo en referencia y a falta de pronunciamiento en sentido aprobatorio, el referido texto se entenderá aprobado.
- Aprobado el texto de la convocatoria y las bases del procedimiento de subasta privada de la Participación Mínima, el (los) Acreedor(es) Permitido(s) deberá(n) dar trámite al procedimiento allí establecido en un plazo no mayor a los diez (10) Días siguientes. La buena pro deberá ser otorgada en un plazo que no podrá exceder los ciento ochenta (180) Días contados a partir la convocatoria, salvo que, conforme a las circunstancias del caso, el trámite de dicho procedimiento demande un plazo mayor, en cuyo caso se aplicará la prórroga que determine el CONCEDENTE.
- Otorgada la buena pro de la subasta privada de la Participación Mínima conforme a lo establecido en el texto de las bases aprobadas por el CONCEDENTE, así como a lo señalado en esta Cláusula, dicho acto deberá ser comunicado por escrito tanto al CONCEDENTE como a la persona jurídica interventora. A partir de dicho momento, esta última estará obligada a iniciar las coordinaciones del caso, con el objeto que la transición de la operación de la Concesión se lleve a cabo de la manera más eficiente posible. La sustitución definitiva del Socio Estratégico a favor del adjudicatario de la buena pro deberá quedar perfeccionada en un plazo no mayor a los treinta (30) Días contados a partir de la fecha en que se otorgó la buena pro de la subasta privada, bajo responsabilidad del interventor, salvo que la sustitución no pudiera ser perfeccionada en dicho plazo por un hecho imputable al adjudicatario.
- Conforme al procedimiento establecido previamente, el adjudicatario de la buena pro de la subasta privada descrita líneas arriba será reconocido por el CONCEDENTE como nuevo Socio Estratégico. Para tales efectos, dicho Socio Estratégico sustituirá íntegramente al Socio Estratégico original, quedando sujeto a los términos del presente Contrato de Concesión.



DERECHO DE SUBSANACIÓN DE LOS ACREEDORES PERMITIDOS

11.5. El Regulador notificará a los Acreedores Permitidos, simultáneamente a la notificación que se remita al CONCESIONARIO, de la ocurrencia de cualquier incumplimiento de las obligaciones del CONCESIONARIO establecidas en la Sección XV, con el fin de que los Acreedores Permitidos, puedan realizar las acciones que consideren necesarias para contribuir al cabal cumplimiento de las obligaciones a cargo del CONCESIONARIO.

11.6. El CONCEDENTE reconoce que no se puede resolver el Contrato o declarar la Caducidad de la Concesión, sin notificar previamente a los Acreedores Permitidos de tal intención, y sin que los Acreedores Permitidos hayan contado con el derecho de subsanar la causal que haya originado el derecho del CONCEDENTE de resolver el Contrato de acuerdo a lo previsto en la presente Cláusula y con el procedimiento señalado a continuación:

- a) En caso ocurriese cualquiera de las causales señaladas en la Sección XV del Contrato y hubiese vencido el plazo del CONCESIONARIO para subsanar dicho evento y el CONCEDENTE quisiese ejercer su derecho de resolver el Contrato, éste deberá primero enviar una notificación por escrito a los Acreedores Permitidos. En dicha notificación el CONCEDENTE deberá señalar expresamente la causal o las causales de resolución producidas. Para que dicha notificación se considere válida deberá contar con el respectivo cargo de recepción o ser enviada por correo electrónico o por fax, siendo necesaria la verificación de su recepción.
- b) Los Acreedores Permitidos contarán con un plazo de sesenta (60) Días contados desde la notificación a que se refiere el Literal a) precedente, para remediar la causal o causales de resolución que le hayan sido notificadas. Transcurrido dicho plazo sin que los Acreedores Permitidos logren remediar la causal de resolución ocurrida, el CONCEDENTE podrá ejercer su derecho a resolver el Contrato, asumiendo las obligaciones frente los Acreedores Permitidos conforme a la Sección XV.

El no ejercicio de la facultad de subsanación por parte de los Acreedores Permitidos, en modo alguno afecta o afectará los beneficios y/o derechos establecidos a favor de los Acreedores Permitidos en este Contrato.

- c) La intención de subsanación o la subsanación de la causal producida por parte de los Acreedores Permitidos no podrá entenderse en ningún caso como la asunción por parte de los Acreedores Permitidos de ninguno de los pactos, acuerdos, ni obligaciones del CONCESIONARIO en el presente Contrato.

En caso el CONCESIONARIO subsanara la causal de resolución durante el período de sesenta (60) Días a que hace referencia el Literal b) precedente, el CONCEDENTE se obliga a notificar en un plazo máximo de setenta y dos (72) horas de ocurrido dicho hecho, a los Acreedores Permitidos comunicando la cesación de la existencia de la causal de resolución.



SECCIÓN XII: RÉGIMEN DE SEGUROS Y RESPONSABILIDAD DEL CONCESIONARIO

Régimen de Seguros

12.1. Aprobación

El CONCESIONARIO se obliga a contar con los seguros que se exigen en el Anexo 13 del presente Contrato, de conformidad con lo establecido en la presente Sección, cuyas propuestas de pólizas deberán ser presentadas al Regulador para su aprobación.

Las propuestas de pólizas serán presentadas a más tardar a los treinta y cinco (35) Días posteriores a la Fecha de Cierre. El Regulador cuenta con un plazo de diez (10) Días para su aprobación. Tal situación es igualmente aplicable a los casos en que el CONCESIONARIO deba presentar las renovaciones en caso exista alguna modificación, de acuerdo a lo establecido en la Cláusula 12.6.

De efectuarse alguna observación, el CONCESIONARIO contará con diez (10) Días para subsanar dicha observación.

De no efectuarse observación alguna por el Regulador, se entenderán aprobadas las propuestas de pólizas.

12.2. Estudio de riesgo

El CONCESIONARIO contratará los servicios de una empresa especializada de reconocido prestigio internacional, distinto del broker, corredor o asesor de seguros del CONCESIONARIO, para la realización del estudio de riesgo, con la finalidad de determinar la máxima pérdida probable de todos los bienes por asegurar, que pueda ser causada producto de los siniestros o eventos que ocurran y que estarán cubiertos por las pólizas mencionadas en la Cláusula 12.3, salvo por la Cláusula 12.3.4. La máxima pérdida probable será el monto mínimo de suma asegurada para cada póliza requerida, a excepción de la suma asegurada para la póliza de responsabilidad civil, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 73 del Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico del Transporte de Pasajeros en Vías Férreas que formen parte del Sistema Ferroviario Nacional aprobado por D.S. N° 039-2010-MTC.

A la Fecha de Cierre, el CONCESIONARIO presentará al Regulador una relación con no menos de tres (03) empresas especializadas. El Regulador cuenta con un plazo de quince (15) Días para elegir a una de las empresas especializadas propuestas y comunicar su decisión al CONCESIONARIO. De no darse dicha elección, dentro del plazo mencionado, el CONCESIONARIO podrá contratar a la empresa de su elección.

El CONCESIONARIO deberá presentar al CONCEDENTE, con copia al Regulador, los estudios de riesgo referidos en las Cláusulas 12.3.1 a 12.3.3, a los treinta (30) Días contados desde la Fecha de Cierre.

Con relación al seguro de la Cláusula 12.3.3, el estudio de riesgos antes mencionado deberá ser actualizado luego del Inventario Inicial indicado en la Cláusula 5.21., considerando los Bienes de la Concesión luego de la devolución a que se refiere la Cláusula 5.38 a la 5.43.



El CONCESIONARIO deberá presentar al CONCEDENTE, con copia al Regulador, el estudio de riesgo correspondiente al seguro referido en la Cláusula 12.3.3, al menos veinte (20) Días antes del inicio de la Fase de Ejecución de Obras.

El CONCESIONARIO deberá presentar al CONCEDENTE, con copia al Regulador, el estudio de riesgo referido a los seguros indicado en la Cláusula 12.3.1 y la Cláusula 12.3.3 correspondientes a las Inversiones Obligatorias aceptadas que han adquirido la condición de Bienes de la Concesión, al menos veinte (20) Días antes de la fecha de inicio de Explotación.

Luego de la aceptación de las Inversiones Obligatorias, el CONCESIONARIO deberá entregar al CONCEDENTE, con copia al Regulador, dentro del primer trimestre de cada Año Calendario, un estudio de riesgos actualizado al 31 de diciembre del Año Calendario anterior, incluyendo las posibles Inversiones Adicionales ejecutadas.

12.3. Clases de pólizas de seguros

Durante la vigencia del Contrato, el CONCESIONARIO tomará y deberá mantener vigentes las siguientes pólizas de seguros, que tendrán como objeto cubrir su responsabilidad por los siniestros que se produzcan relacionados con las Inversiones Obligatorias y la Explotación, de acuerdo a lo siguiente:

12.3.1. De responsabilidad civil

El CONCESIONARIO deberá contratar y mantener vigente por su cuenta y costo, una póliza de seguro de vigencia anual por un monto mínimo de Cinco Millones de Dólares (US\$ 5'000,000.00), por daños y perjuicios que se causen a los pasajeros, así como a terceros afectados como consecuencia de la explotación, desde la Toma de Posesión establecida en la Cláusula 5.16.2, hasta la culminación del presente Contrato.

La cobertura incluirá:

- Los daños a pasajeros y terceros indemnizándose por muerte, invalidez permanente, incapacidad temporal, gastos de atención médica, hospitalaria, quirúrgica y farmacéutica en un monto mínimo por persona de Veinte Mil Dólares (US\$ 20,000.00); así como gastos de sepelio hasta un monto máximo de Dos Mil Dólares por persona (US\$ 2,000.00).
- Los daños y perjuicios a la propiedad de terceros así como los daños ambientales que emanen de las operaciones que realice el asegurado, por un monto mínimo de cobertura de Cinco Millones de Dólares (US\$ 5'000,000.00).
- Dentro de los alcances de la cobertura se incluyen los daños a pasajeros a causa de vandalismo, huelgas y alboroto popular.

12.3.2. Seguro durante la Fase de Ejecución de Obras

El CONCESIONARIO está obligado a contratar, durante la Fase de Ejecución de Obras y hasta la suscripción del Acta de Aceptación de las Obras, un seguro contra todo riesgo denominado póliza CAR (Construction All Risk), que contemple la cobertura Básica ("A") y otras conforme a las



coberturas utilizadas usualmente en el mercado de seguros para este tipo de actividades.

Adicionalmente a la cobertura Básica ("A") la póliza CAR deberá contar con otras coberturas tales como: robo y cualquier otra cobertura contemplada bajo una póliza CAR hasta una suma asegurada que sea por demás suficiente para hacer frente ante cualquier siniestro que pudiese ocurrir durante la ejecución de las Obras, cuyo monto mínimo asegurado corresponderá al determinado por el estudio de riesgo respectivo.

La póliza contratada tendrá como único beneficiario al CONCESIONARIO, el cual estará obligado a destinar de inmediato los fondos obtenidos en la reconstrucción, reparación y/o sustitución de los Bienes de la Concesión, en el menor plazo posible. El presente seguro deberá incluir una cláusula en la que se establezca que los fondos producto de la indemnización por cualquiera de las ocurrencias invocadas deberán ser destinados necesariamente a la reconstrucción, reparación y/o sustitución de los Bienes de la Concesión que hayan sufrido daños por el siniestro.

12.3.3. Seguro sobre los Bienes de la Concesión

El CONCESIONARIO deberá contratar pólizas de seguro contra todo riesgo para todos los Bienes de la Concesión a partir de la Toma de Posesión establecida en la Cláusula 5.16.1.

La modalidad en que se contratarán las pólizas es de primer riesgo. La contratación de las respectivas pólizas de seguro contra todo riesgo deberá adecuarse a la naturaleza de cada activo integrante de los Bienes de la Concesión. Las coberturas serán cuando menos las siguientes: daños parciales o totales provocados por agua, terremoto, incendio, explosión, guerra, terrorismo, vandalismo, conmoción civil, robo, hurto y apropiación ilícita. Las pólizas de seguro deberán mantenerse vigentes durante la vigencia de la Concesión. Dichos seguros incluirán cobertura por: (a) el costo de reconstrucción, reparación y/o sustitución de los Bienes de la Concesión; y (b) el lucro cesante que cubra todos aquellos ingresos que el CONCESIONARIO dejó de percibir durante las demoras o la interrupción del Servicio (siempre que supere un plazo de treinta Días calendario y únicamente por los Días Calendario adicionales a dicho plazo) de conformidad con lo establecido en este Contrato y las Leyes y Disposiciones Aplicables.

La cobertura mínima asegurada será determinada a partir del estudio de riesgo a que hace referencia la Cláusula 12.2 del presente Contrato.

La póliza contratada tendrá como único beneficiario al CONCESIONARIO, el cual estará obligado a destinar de inmediato los fondos obtenidos en la reconstrucción, reparación y/o sustitución de los Bienes de la Concesión en el menor plazo posible. Dicho plazo deberá ser aprobado por el Regulador en caso que éste supere los diez (10) Días. El presente seguro deberá incluir una cláusula en la que se establezca que los fondos producto de la indemnización por cualquiera de las ocurrencias invocadas deberán ser destinados necesariamente a la reconstrucción, reparación y/o sustitución de los Bienes de la Concesión que hayan sufrido daños por el siniestro.



El CONCEDENTE suspenderá la obligación del CONCESIONARIO de contratar y mantener vigente la póliza que cubra daños a los Bienes de la Concesión únicamente respecto de actos de terrorismo y/o guerra exterior, si este tipo de seguro dejase de ser ofrecido en el mercado nacional e internacional, y así sea determinado por la empresa especializada a que se refiere la Cláusula 12.2. La suspensión de esta obligación operará desde el momento en que entre en vigencia el tratamiento alternativo que deberán acordar el CONCESIONARIO y el CONCEDENTE por escrito para regular el supuesto en que los Bienes de la Concesión sufran daños por actos de terrorismo o guerra exterior. Si durante la suspensión a que se refiere este párrafo, el mercado nacional o internacional ofreciera nuevamente pólizas para cubrir daños causados por actos de terrorismo y/o guerra exterior, según corresponda, la obligación del CONCESIONARIO de contratar y mantener vigente la póliza que cubra este tipo de daños recobrará vigencia y el CONCESIONARIO deberá contratar dicha póliza dentro de los diez (10) Días de requerido por escrito por el CONCEDENTE. Esta obligación retomará vigencia en el momento en que el CONCESIONARIO contrate la póliza para cubrir daños a los Bienes de la Concesión por actos de terrorismo o guerra exterior; o, una vez transcurrido el plazo de diez (10) Días referido, lo que ocurra primero. Simultáneamente con la entrada en vigencia de esta obligación quedará sin efecto el tratamiento alternativo que hubiesen acordado las Partes, existiendo nuevamente la posibilidad de suspenderla en los mismos términos a que se refiere este párrafo, si ocurriera nuevamente el supuesto acá previsto.

12.3.4. Seguros Personales para Trabajadores

El CONCESIONARIO deberá cumplir con contratar y presentar todas las pólizas que exigen las Leyes y Disposiciones Aplicables para los trabajadores en el Perú, cubriendo y protegiendo la vida y la salud de todos los trabajadores relacionados directamente con el objeto del Contrato tales como el Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (Salud y Pensiones), entre otros. Estos seguros deberán ser contratados considerando como mínimo las coberturas y requerimientos exigidos por las Leyes y Disposiciones Aplicables.

Asimismo, el CONCESIONARIO deberá verificar que las empresas de servicios especiales, agentes contratistas o subcontratistas con la que el CONCESIONARIO vaya a emplear o contratar, también cumplan con las normas señaladas en el párrafo anterior, o, en su defecto, deberá contratar directamente dicho seguro por cuentas de ellas.

12.3.5. Otras pólizas

Sin perjuicio de las pólizas obligatorias indicadas en las Cláusulas 12.3.1 a la 12.3.4, el CONCESIONARIO podrá, de acuerdo a su propia visión estratégica de manejo y distribución de los riesgos o bien para cumplir con lo establecido por las Leyes y Disposiciones Aplicables o bien por cualquier otra causa debidamente justificada, tomar cualquier otra póliza de seguros, debiendo comunicar al CONCEDENTE una vez contratadas las mismas.

12.3.6. Eventos no cubiertos



El CONCESIONARIO no será responsable por las pérdidas, daños y responsabilidades no cubiertas por las mencionadas pólizas de seguros, o por falta de cobertura, salvo cuando se trate de daños causados por el CONCESIONARIO por negligencia, dolo o culpa inexcusable.

12.4. Comunicación

Las pólizas contratadas de conformidad con el Contrato deberán contener una estipulación que obligue a la compañía aseguradora respectiva a notificar por escrito al Regulador y al CONCEDENTE sobre cualquier omisión de pago de primas en que incurriese el CONCESIONARIO y sobre cualquier circunstancia que afecte la vigencia, validez o efectividad de la póliza, con una anticipación no menor a veinte (20) Días a la fecha en que el incumplimiento del CONCESIONARIO pueda determinar la caducidad o pérdida de vigencia de la póliza en forma total o parcial. La obligación de notificación será también aplicable al supuesto de cesación, retiro, cancelación o falta de renovación de cualquier seguro que el CONCESIONARIO deba mantener conforme a este Contrato.

La póliza respectiva deberá establecer, asimismo, que la caducidad o pérdida de vigencia de la póliza sólo se producirá si la compañía aseguradora ha cumplido previamente con la obligación a que se refiere el párrafo precedente.

- 12.5. En caso que el CONCEDENTE recibiera o percibiera algún monto de reembolso de daños o perjuicios producidos a los Bienes de la Concesión, como consecuencia de los términos pactados en las pólizas a que se refieren las Cláusulas 12.3.2 y 12.3.3, deberá entregarlos al CONCESIONARIO dentro de un plazo que no podrá exceder de quince (15) Días de recibidos o percibidos. El CONCESIONARIO estará obligado a destinar estos montos recibidos única y exclusivamente para reconstruir, reemplazar por uno nuevo y/o reparar los Bienes de la Concesión afectados por el siniestro respectivo, en iguales o mejores condiciones a las exigidas en el presente Contrato. Sin perjuicio de lo establecido en esta Cláusula, en el caso en que, a criterio del CONCEDENTE sea materialmente imposible la reconstrucción, reemplazo o reparación de los bienes dañados, éste procederá según lo establecido en el Literal a) de la Cláusula 15.19.

12.6. Vigencia de las pólizas

El CONCESIONARIO se compromete a presentar al Regulador, con copia al CONCEDENTE, anualmente, antes del 30 de enero de cada Año Calendario, y durante toda la vigencia de la Concesión, una relación de las pólizas de seguro a ser tomadas y/o mantenidas por el CONCESIONARIO durante cada Año Calendario, indicando al menos la cobertura, la compañía aseguradora y las reclamaciones hechas durante el año anterior, y un certificado emitido por el representante autorizado de la compañía aseguradora indicando que el CONCESIONARIO ha cumplido durante el año anterior con los términos de la presente Cláusula.

Las pólizas de seguros deberán ser renovadas oportunamente con una anticipación no menor de treinta (30) Días Calendario de su vencimiento.

Sin perjuicio de lo indicado precedentemente, durante el transcurso del Contrato y cada vez que el CONCEDENTE lo requiera, el CONCESIONARIO deberá presentar prueba fehaciente ante el CONCEDENTE que todas las pólizas de seguro siguen vigentes y de acuerdo a las aprobaciones del CONCEDENTE.



12.7. Derecho del CONCEDENTE a asegurar

De verificarse el incumplimiento de la obligación del CONCESIONARIO de mantener vigentes las pólizas señaladas en las Cláusula 12.3.1 a 12.3.4, el CONCEDENTE tendrá derecho, procediendo en forma razonable, a adquirir por sí mismo estos seguros. En tal caso, todos los montos pagados por el CONCEDENTE por este concepto más intereses, desde su pago por el CONCEDENTE hasta su reembolso al mismo, a una tasa de interés anual (sobre la base de un año de 360 días calendario y de días calendario efectivamente transcurridos) igual a la tasa de interés más alta que durante dicho período rija en el sistema financiero peruano para operaciones activas en Dólares, le deberán ser reembolsados por el CONCESIONARIO, dentro de los diez (10) Días Calendario siguientes a la fecha en que el CONCEDENTE haya comunicado formalmente el ejercicio de la facultad comprendida en esta Cláusula.

En caso de incumplimiento de la obligación de reembolso, el Regulador procederá a ejecutar en forma inmediata la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato, hasta por el monto adeudado, el mismo que será a favor del CONCEDENTE, sin perjuicio de las eventuales acciones a que diera lugar el referido incumplimiento.

12.8. Responsabilidad del CONCESIONARIO

La contratación de pólizas de seguros por parte del CONCESIONARIO no disminuye la responsabilidad de éste, la misma que le es atribuible por causas originadas con posterioridad a la Toma de Posesión, por tanto el CONCESIONARIO continúa sujeto al cumplimiento de las obligaciones establecidas en este Contrato y se obliga a mantener indemne al CONCEDENTE y al Regulador ante cualquier demanda, demora o reclamo vinculado con su operación, subrogándose asimismo en lugar del CONCEDENTE y/o el Regulador, si existe pretensión de terceros por esta causa, en cualquier vía.

En caso de siniestro por causa de dolo o culpa del CONCESIONARIO y que no fuere cubierto por las pólizas de seguro establecidas en la Cláusula 12.3, el CONCESIONARIO será el único responsable por cualquier daño que fuere causado, debiendo pagar la totalidad de las sumas adeudadas a cualquier persona de acuerdo con las Leyes y Disposiciones Aplicables.

El CONCESIONARIO asumirá los costos de todos y cada uno de los deducibles y/o coaseguros que haya contratado en las pólizas de seguros requeridas.

El CONCESIONARIO contratará todas las pólizas de seguro que se requieran en virtud del presente Contrato con compañías de seguros y reaseguros que tengan la calificación B+ o superior al momento de contratar o renovar la póliza de seguro, según información de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP y/o clasificadora de riesgos que operen en el Perú y/o en el extranjero. Los certificados de seguros para cada póliza antes indicadas deberán contener lo siguiente:

- Una declaración en la que el CONCEDENTE aparezca como asegurado adicional.



- Una declaración en la que la compañía de seguros haya renunciado a los derechos de subrogación con respecto al CONCEDENTE.

En caso de siniestro, el CONCESIONARIO deberá reportarlo sin dilación alguna a la compañía aseguradora y al mismo tiempo notificar del mismo al CONCEDENTE y al Regulador. Si la cobertura del seguro se cancela por falta de notificación oportuna de un siniestro, la responsabilidad en que se incurra será por cuenta del CONCESIONARIO y libera de toda responsabilidad al CONCEDENTE, respecto al equivalente del monto que hubiera debido indemnizar a la parte asegurada en caso se hubiera notificado oportunamente del siniestro.

SECCIÓN XIII: CONSIDERACIONES SOCIO AMBIENTALES

Obligaciones Socio Ambientales del CONCESIONARIO

- 13.1. Durante la Fase de Ejecución de Obras y Explotación, el CONCESIONARIO deberá asumir la responsabilidad de cumplir con las normas legales referentes a la conservación del ambiente como una variable fundamental de su gestión, implementando las medidas necesarias que aseguren el manejo socio ambiental apropiado de la Concesión y los mecanismos que permitan una adecuada participación y comunicación con la comunidad. Para tal efecto, deberán regirse por lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado por la Autoridad Ambiental competente, que como Anexo 9 forma parte del presente Contrato.
- 13.2. El CONCESIONARIO será solidariamente responsable con los subcontratistas de la aplicación de la normativa ambiental vigente correspondiente a las actividades que se desarrollarán en ejecución de sus obligaciones, en virtud del presente Contrato, en especial, del cumplimiento de lo establecido en las Leyes N° 28611 - Ley General del Ambiente; Ley N° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N°. 019-2009/MINAM, o normas que las modifiquen, complementen o sustituyan; y ante cualquier daño ambiental, pérdida, reclamo o responsabilidad del CONCESIONARIO en el Área de la Concesión, será sancionado por la Autoridad Gubernamental competente.
- 13.3. Con el propósito de minimizar los impactos negativos que se puedan producir al medio ambiente en el área de influencia de la Concesión, el CONCESIONARIO deberá cumplir, durante la Fase de Ejecución de las Inversiones Obligatorias y Explotación con las especificaciones y medidas definidas en el EIA.
- 13.4. Si el financiamiento a efectuarse para la Ejecución de las Inversiones Obligatorias y/o etapa de Explotación involucra participación multilateral, se contemplarán adicionalmente a las obligaciones de las cláusulas anteriores, el cumplimiento de las salvaguardas ambientales exigibles por el organismo o entidad multilateral con los que se establezcan compromisos financieros vinculantes en este proyecto.
- 13.5. El CONCESIONARIO será responsable de la mitigación de los impactos ambientales que se generen en el Área de la Concesión por la ejecución de las Inversiones Obligatorias y/o en otras áreas utilizadas para la Explotación del Proyecto, a partir de la Toma de Posesión, o en zonas fuera del Área de la Concesión en la medida que se demuestre que la causa del daño se hubiere originado como consecuencia de las actividades realizadas por el CONCESIONARIO..



- 13.6. El CONCESIONARIO en ningún caso será responsable por daños ambientales preexistentes, incluidos Pasivos Ambientales, o generados antes de la Toma de Posesión, aun cuando los efectos dañinos y/o los reclamos correspondientes se produzcan después de dicha fecha.
- 13.7. El incumplimiento de las obligaciones en materia ambiental no contempladas expresamente en el Contrato y que se deriven de las Leyes y Disposiciones Aplicables que se encuentren vigentes, será sancionado por la Autoridad Gubernamental competente.

Estudio de Impacto Ambiental

- 13.8. Será de cumplimiento obligatorio el EIA, aprobado por la autoridad competente (DGASA) el cual será aplicado por el CONCESIONARIO. La implementación de las condiciones y/o medidas establecidas en el EIA, será de exclusiva responsabilidad del CONCESIONARIO, debiendo dar cumplimiento a toda la normativa ambiental vigente.
- 13.9. El CONCESIONARIO, a su propio costo, se obliga a tomar aquellas medidas correctivas que resulten razonables para evitar que en el desarrollo de sus actividades se generen riesgos ambientales que excedan los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del medio ambiente, de acuerdo a lo determinado en el EIA y en las Leyes y Disposiciones Aplicables.

La responsabilidad del CONCESIONARIO respecto a sus obligaciones socio ambientales se encuentra limitada a lo establecido en el EIA aprobado, incluyendo las posibles adecuaciones a que se refiere la presente Sección.

- 13.10. En caso se expidan Leyes y Disposiciones Aplicables luego de la aprobación del EIA, el CONCESIONARIO deberá adecuar el EIA y someterlo nuevamente a la aprobación de la Autoridad Ambiental Competente, no siendo aplicable penalidades por hechos regulados bajo dichas nuevas Leyes y Disposiciones Aplicables ocurridos hasta antes de la adecuación y aprobación del EIA.

Especificaciones Técnicas Socio Ambientales para la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias

- 13.11. En forma previa a la fecha de inicio de la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias, el CONCESIONARIO deberá realizar capacitaciones a sus trabajadores, en temas relacionados con el tipo de actividades a realizar.
- 13.12. Las Especificaciones Técnicas Socio Ambientales contenidas en el EIA que deberá implementar el CONCESIONARIO considera medidas de mitigación, compensación, prevención de riesgos, control de accidentes, seguimiento y monitoreo ambiental, según resulte pertinente, para aquellas actividades e Inversiones Obligatorias de la Concesión que en esta fase produzcan impactos negativos en algún componente ambiental, que no pueda revertirse sin la aplicación de tales medidas, o cuando sea necesario aplicarlas para cumplir con la legislación vigente.
- 13.13. Las medidas establecidas se complementan con el contenido y conclusiones del EIA señalado en la Cláusula 13.8, y deberán ser considerados dentro de los criterios, procedimientos y acciones necesarias de implementar para el desarrollo de una adecuada y oportuna gestión socio ambiental del Contrato. El



CONCESIONARIO podrá incorporar obras adicionales a las exigidas, que a su juicio contribuyan al cumplimiento de las condiciones de ejecución de Inversiones Obligatorias indicadas en este Contrato, en lo referente a la protección del medio ambiente.

- 13.14. Cuando las obras y actividades de ingeniería a ejecutarse en el Área de la Concesión de las vías públicas existentes, impliquen remoción del terreno circundante, fuera del Área de la Concesión o sección vial normativa precisado por la Ordenanza N° 341 del 9 de noviembre de 2001 y sus modificatorias que aprobó el Sistema Vial Metropolitano, ya sea por modificar, variar, ampliar o mejorarlo en longitud y ancho, el CONCESIONARIO deberá obtener el Certificado de Inexistencias de Restos Arqueológicos - CIRA correspondiente.
- 13.15. Cuando las obras y actividades de ingeniería comprendan disponer de sectores de uso complementario que impliquen remoción del suelo y subsuelo fuera del Área de la Concesión o sección vial normativa precisado por la mencionada Ordenanza N° 341 y sus modificatorias, tales como campamentos, canteras, botaderos o áreas de material excedente, accesos, caminos temporales, plantas industriales, polvorines, zonas de pruebas y/o estudios de ingeniería y otros, el Concesionario deberá obtener el CIRA correspondiente.
- 13.16. Para los casos no contemplados en las disposiciones señaladas en los párrafos anteriores se aplicará lo señalado por el Ministerio de Cultura mediante Resolución Ministerial N° 012-2010-MC que aprueba la directiva que establece Procedimientos Especiales para la Implementación del Decreto Supremo N° 009-2009-ED y la Directiva N° 001-2013-VMPCIC/MC "Normas y Procedimientos para la emisión del CIRA" en el marco del Decreto Supremo N° 054-2013-PCM, el Decreto Supremo N° 060-2013-PCM y la Resolución Viceministerial N° 037-2013-VMPCIC-MC.
- 13.17. Para el tratamiento de los aspectos de patrimonio cultural, será de aplicación la Ley N° 28296 - Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, que reconoce como bien cultural los sitios arqueológicos, estipulando sanciones administrativas por caso de negligencia grave o dolo, en la conservación de los bienes del patrimonio cultural de la Nación o normas que la complemente, modifique o sustituya, y el Decreto Supremo N° 001-2011-MC y sus modificatorias, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Cultura.
- 13.18. Adicionalmente a lo señalado en la Cláusula precedente, para el tratamiento del patrimonio cultural, se considerarán las siguientes especificaciones:
 - a) Medidas de Prevención de Riesgos y Contingencias. El CONCESIONARIO deberá cumplir con todas las obligaciones señaladas en el Contrato, observando la legislación de la materia que protege el patrimonio cultural del Estado de la República del Perú.
 - b) Programa de Seguimiento y Monitoreo Arqueológico. El CONCESIONARIO, al ejecutar Obras que impliquen remoción de terreno, deberá contar con el correspondiente Plan de Monitoreo Arqueológico el mismo que deberá estar a cargo de un Licenciado en Arqueología y contar con la autorización previa correspondiente del Ministerio de Cultura.



Informes socio ambientales durante la Etapa de Ejecución de la Inversiones Obligatorias

- 13.19. Mensualmente, el CONCESIONARIO entregará a la Autoridad Ambiental Competente, con copia al CONCEDENTE, un informe socio ambiental que dé cuenta del estado del Área de la Concesión, con los respectivos componentes socio ambientales que se han visto afectados por la Ejecución de la Inversiones Obligatorias.

En estos informes el CONCESIONARIO deberá entregar información sobre las actividades realizadas, dar cuenta de la aplicación de las medidas definidas en el EIA; señalar los problemas ambientales una vez aplicadas las Especificaciones Técnicas Socio Ambientales y Programas de Manejo Ambiental, y proponer medidas adicionales necesarias para mitigarlos y corregirlos.

Si estas medidas de mitigación no cumplen su objetivo, el CONCESIONARIO deberá proponer nuevas medidas de mitigación, compensación y otras, las que deberán ser señaladas en los informes socio ambientales, con el fin de ser autorizadas por la Autoridad Ambiental Competente, con la opinión del CONCEDENTE, antes de ser implementadas.

El CONCESIONARIO deberá elaborar los informes socio ambientales de acuerdo a lo establecido por la Autoridad Ambiental Competente, sin perjuicio de los informes que se exijan como producto de la suscripción de compromisos con las entidades multilaterales.

Especificaciones Técnicas Socio Ambientales para la Conservación de los Bienes de la Concesión y Explotación de la Concesión

- 13.20. El CONCESIONARIO deberá capacitar a sus trabajadores en temas relacionados con el tipo de actividades a realizar, en forma previa a la fecha de inicio de la Explotación y Conservación.
- 13.21. Las Especificaciones Técnicas Socio Ambientales para la Conservación de los Bienes de la Concesión y la Explotación se encuentran contenidas en el EIA que deberá implementar el CONCESIONARIO.
- 13.22. El CONCESIONARIO podrá incorporar medidas adicionales a las exigidas, que a su juicio contribuyan al cumplimiento de las condiciones indicadas en este Contrato en lo referente a la protección del medio ambiente, para la Conservación de los Bienes de la Concesión y la Explotación. Dichas medidas se deberán basar en los contenidos y conclusiones del EIA y lo señalado en la Cláusula 13.5 del presente Contrato.

Gestión Socio Ambiental

- 13.23. El CONCESIONARIO deberá cumplir, como parte de su gestión socio ambiental, con las Leyes y Disposiciones Aplicables referidas al manejo de residuos sólidos y residuos sólidos peligrosos, manejo de materiales peligrosos, uso de agua, vertimiento de agua y residuos líquidos, ruido, calidad de agua, calidad de aire, consumo de hidrocarburos, zonificación, entre otros aspectos ambientales. Para el cumplimiento de lo expuesto en ésta cláusula, el CONCESIONARIO tomará en cuenta las disposiciones del EIA así como las exigibles por las autoridades municipales u otras que tengan opinión vinculante sobre el Área de la Concesión.



El CONCESIONARIO, una vez iniciada la Explotación, implementará un sistema de gestión ambiental reconocido internacionalmente y que puede estar sujeto a auditoría y certificación por parte de una entidad distinta al CONCESIONARIO. El plazo para la implementación y certificación es de dos (02) años con posterioridad a la fecha de inicio de la Explotación del respectivo Tramo.

Penalidades

13.24. El incumplimiento de las obligaciones de carácter ambiental previstas en el presente Contrato y sus Anexos dará lugar a la imposición de penalidades, de acuerdo con lo establecido en el Anexo 10

Tratamiento de sobrecostos por medidas Ambientales no Contempladas en el Contrato

13.25. Si durante la vigencia de la Concesión, el CONCEDENTE o alguna Autoridad Gubernamental competente, determinara la necesidad de implementar medidas de mitigación y/o compensación socio ambientales adicionales a las contempladas en el EIA aprobado, el CONCESIONARIO podrá realizarlas, siempre y cuando existan los recursos disponibles para su ejecución, conforme a lo que acuerden las Partes para tal efecto.

13.26. El CONCESIONARIO no será responsable frente a Autoridades Gubernamentales competentes o frente al CONCEDENTE, siempre y cuando no pueda implementar dichas medidas por falta de presupuesto. Esta disposición no será aplicable si las medidas de mitigación y/o compensación socio ambientales se requieren como consecuencia o resultado de las acciones generadas por el CONCESIONARIO en la Ejecución de las Inversiones Obligatorias y/o Explotación.

SECCIÓN XIV: RELACIONES CON SOCIOS, TERCEROS Y PERSONAL

Régimen de Contratos

Cesión o transferencia de la Concesión

14.1. Dos (02) años posteriores al inicio de la Explotación de la Segunda Etapa, el CONCESIONARIO podrá transferir su derecho a la Concesión y ceder su posición contractual, con la previa autorización por escrito del CONCEDENTE, la cual deberá tener en consideración la opinión técnica que previamente haya emitido el Regulador.

14.2. Para efecto de la autorización, el CONCESIONARIO deberá comunicar su intención de transferir la Concesión o ceder su posición contractual, acompañada de la siguiente documentación:

- a) Contrato preparatorio o carta de intención de transferencia o cesión, debidamente suscrita por el cedente, de acuerdo al procedimiento y con las mayorías societarias exigidas por el Estatuto Social;
- b) Contrato preparatorio o carta de intención de transferencia o cesión, debidamente suscrita por el cesionario, de acuerdo al procedimiento y con las mayorías societarias exigidas por el Estatuto Social.
- c) Documentación que acredite la capacidad legal necesaria del cesionario.



- d) Documentación que acredite que el nuevo Operador que podrá formar parte del cesionario, cumple con los requisitos técnicos y financieros indicados para la precalificación señalados en las Bases del Concurso y con lo dispuesto en el presente Contrato. Este requisito no es aplicable en caso se mantenga al Operador del CONCESIONARIO, como parte del cesionario o que el Operador no haya formado parte del CONCESIONARIO.
- e) Documentación que acredite que el cesionario cuenta con el capital social requerido en el presente Contrato.
- f) Acuerdo por el cual el cesionario conviene en asumir cualquier daño y pagar cualquier otra suma debida y pagadera por el CONCESIONARIO.
- g) Conformidad de los Acreedores Permitidos respecto al acuerdo de transferencia o cesión propuesta.

El CONCESIONARIO deberá presentar toda la documentación señalada en la Cláusula precedente tanto al CONCEDENTE como al Regulador. En un plazo no mayor de treinta (30) Días contados desde la presentación efectuada por el CONCESIONARIO, el Regulador deberá emitir opinión previa. A su vez, el CONCEDENTE deberá pronunciarse en un plazo máximo de treinta (30) Días, contados desde la recepción de la opinión del Regulador o de vencido el plazo para emitirla.

El asentimiento del CONCEDENTE no libera de la responsabilidad al CONCESIONARIO por la transferencia de su derecho a la Concesión o cesión de su posición contractual hasta por un plazo máximo de tres (03) años desde la fecha de aprobación de la de la transferencia o cesión. Esto implica que durante este período el cedente será solidariamente responsable con el nuevo CONCESIONARIO por los actos realizados hasta antes de la transferencia o cesión. En caso el CONCEDENTE no se pronuncie dentro del plazo antes señalado, la solicitud se entenderá denegada.

- 14.3. Cualquier otro accionista del CONCESIONARIO, cuya facultad de disponer de su participación no haya sido restringida en virtud del presente Contrato, podrá transferir su participación accionaria en cualquier momento, bastando únicamente acreditar ante el Regulador que sus condiciones patrimoniales son iguales o mejores a las del accionista cedente.

Cláusulas en Contratos

- 14.4. En todos los contratos, convenios o acuerdos que el CONCESIONARIO celebre con sus socios, terceros y personal se deberá incluir cláusulas que contemplen los siguientes aspectos:

- a) La resolución de los respectivos contratos por la Caducidad de la Concesión.
- b) Que el plazo de vigencia no exceda el Plazo de la Concesión.
- c) La renuncia a interponer acciones de responsabilidad civil contra el CONCEDENTE, el Regulador y sus funcionarios.
- d) Incluir una cláusula que permita al CONCEDENTE, a su sola opción, asumir la posición contractual del CONCESIONARIO en dicho contrato, a través de una cesión de posición contractual autorizada irrevocablemente y por adelantado por la tercera Persona, en caso se produzca la Caducidad o Suspensión de la Concesión por cualquier causa, posibilitando la continuación de tales contratos en los mismos términos, y por tanto, la Explotación. Esta opción no será aplicable en los contratos referidos a la prestación de servicios públicos



prestados a favor del CONCESIONARIO u otros contratos que celebre el CONCESIONARIO por adhesión.

- 14.5. El CONCESIONARIO pondrá a disposición del CONCEDENTE, copia de los contratos referidos en la Cláusula precedente dentro de los quince (15) Días de su suscripción.
- 14.6. En ningún caso el CONCESIONARIO se exime de responsabilidad alguna frente al CONCEDENTE, por actos derivados de la ejecución de los contratos suscritos con terceros, que pudiere tener incidencia alguna sobre la Concesión.

Permanencia del Constructor

- 14.7. De acuerdo al Contrato de Construcción, el Constructor deberá permanecer en la Concesión desde la Fecha de Cierre hasta dos (02) años posteriores al inicio de la Explotación de la Segunda Etapa.

El Constructor podrá ser sustituido por el CONCESIONARIO dentro del plazo antes indicado, conforme al procedimiento establecido en la cláusula 14.11.

Permanencia del Proveedor de Material Rodante

- 14.8. De acuerdo al Contrato de Provisión de Material Rodante, el Proveedor de Material Rodante deberá permanecer en la Concesión desde la Fecha de Cierre hasta dos (02) años posteriores al inicio de la Explotación de la Segunda Etapa.

El Proveedor de Material Rodante podrá ser sustituido por el CONCESIONARIO dentro del plazo antes indicado, conforme al procedimiento establecido en la cláusula 14.11.

Permanencia del Operador o del Asesor Técnico en Operación

- 14.9. De acuerdo al Contrato de Operación, el Operador deberá permanecer durante todo el Plazo de la Concesión, es decir desde la Fecha de Cierre hasta la Caducidad de la Concesión.

En caso corresponda, de acuerdo al Contrato de Asistencia Técnica para la Operación, el Asesor Técnico en Operación deberá permanecer en la Concesión desde la Fecha de Cierre hasta cinco (05) años posteriores al inicio de la Explotación de la Segunda Etapa.

- 14.10. El Operador o el Asesor Técnico en Operación, podrán ser sustituidos por el CONCESIONARIO dentro de los plazos antes indicados, conforme al procedimiento establecido en la cláusula 14.11.

Procedimiento para la sustitución

- 14.11. El CONCESIONARIO deberá presentar al CONCEDENTE y al Regulador su solicitud con los documentos requeridos en las Bases para precalificar al nuevo Constructor y/o Proveedor de Material Rodante y/o Operador o Asesor Técnico en Operación, según corresponda.

El Regulador deberá emitir opinión dentro de un plazo máximo de treinta (30) Días Calendario de recibida la solicitud del CONCESIONARIO. El CONCEDENTE emitirá su pronunciamiento por escrito para dicha sustitución, en un plazo máximo



de treinta (30) Días Calendario de recibida la opinión del Regulador o de vencido el plazo para emitirla.

Tal solicitud no podrá ser denegada en caso la Persona que pretenda sustituir al Constructor y/o Proveedor de Material Rodante y/o Operador o Asesor Técnico en Operación, según corresponda, cumpla con los requisitos de las Bases para precalificar como tal. En caso el CONCEDENTE no se pronuncie dentro del plazo antes señalado, la solicitud se entenderá aprobada.

La solicitud de sustitución ni la aceptación de la misma implicará la extensión del plazo de ejecución de las obligaciones a cargo del CONCESIONARIO, siendo los gastos generales que se generen durante dicho período asumidos por el CONCESIONARIO.

Relaciones con el Socio Estratégico

- 14.12. El Socio Estratégico deberá permanecer durante todo el plazo de la Concesión, debiendo mantener: i) la titularidad, como propietario directo, de por lo menos la Participación Mínima en el CONCESIONARIO y ii) los requisitos de precalificación que le permitieron calificar como Socio Estratégico de acuerdo a lo establecido en las Bases..

Dentro del plazo previsto en el párrafo que antecede, el CONCESIONARIO podrá sustituir al Socio Estratégico por otro que cumpla con los mismos requisitos de precalificación acreditados por el Socio Estratégico que se pretenda sustituir (Constructor o Proveedor de Material Rodante u Operador).

A tal efecto, el CONCESIONARIO deberá presentar al CONCEDENTE y al Regulador su solicitud con los documentos requeridos en las Bases para precalificar al nuevo Socio Estratégico. El Regulador deberá pronunciarse dentro de un plazo máximo de diez (10) Días Calendario de recibida la solicitud del CONCESIONARIO. Por su parte, el CONCEDENTE deberá pronunciarse dentro de un plazo máximo de diez (10) Días Calendario de recibida la opinión del Regulador o de vencido el plazo para emitirla. En caso el CONCEDENTE no se pronuncie dentro del plazo antes señalado, la solicitud se entenderá denegada.

- 14.13. El Socio Estratégico y sus accionistas, a partir de la Fecha de Cierre, deberán comprometerse a:
- a) Mantener la Participación Mínima en el CONCESIONARIO por todo el plazo de la Concesión, salvo lo dispuesto en la Cláusula 14.12 precedente. En tal sentido, deberá oponerse, a cualquier moción que presente un accionista o socio del CONCESIONARIO que proponga un aumento del capital social respecto del cual el Socio Estratégico no esté en capacidad de ejercer su derecho de suscripción preferente que le permita, cuando menos, seguir manteniendo la Participación Mínima en el CONCESIONARIO.
 - b) Ajustar su conducta en las juntas generales del CONCESIONARIO de modo tal que facilite con su voto los acuerdos y decisiones del máximo órgano de la sociedad a favor de los asuntos vinculados con la cabal ejecución del Contrato.
 - c) No impedir con sus actos u omisiones que el CONCESIONARIO desarrolle normalmente sus actividades y en especial aquellas que impliquen la ejecución del Contrato.
 - d) Asumir las obligaciones, responsabilidad y garantías que le corresponda conforme a este Contrato y demás convenios vinculados.



- e) Velar por el cumplimiento de lo establecido en la Cláusula 14.4 del Contrato, así como en el Apéndice 1 del Anexo 3 de las Bases, referidos a las disposiciones contractuales a ser incluidas en los contratos que suscriba el CONCESIONARIO, con el Constructor, con el Proveedor de Equipamiento de Sistema, con el Proveedor de Material Rodante, con el Operador o con el Asesor Técnico en Operación, según corresponda.

En caso el Socio Estratégico esté representado por una persona jurídica, se deberá presentar una declaración jurada mediante la cual se deje constancia de los compromisos asumidos en los acápite precedentes.

Relaciones de Personal

- 14.14. En sus relaciones con el personal, el CONCESIONARIO deberá ajustarse a las normas laborales vigentes en la República del Perú.
- 14.15. Los contratos de trabajo de personal nacional o personal extranjero del CONCESIONARIO, la ejecución de dichos contratos y la resolución de los mismos, se sujetan a las normas que regulan las relaciones laborales de los trabajadores de la actividad privada. Asimismo, serán de aplicación los regímenes especiales de trabajo en los supuestos que se presenten.
- 14.16. El CONCESIONARIO deberá cumplir estrictamente con las Leyes y Disposiciones Aplicables en materia laboral referidas a las obligaciones formales del empleador (libros de planillas, boletas de pago y otras), el pago y retención de las cotizaciones previsionales, así como las obligaciones contractuales y legales referidas a la salud, seguridad e higiene ocupacional.
- 14.17. En caso se produzca la Caducidad de la Concesión, el CONCESIONARIO es responsable exclusivo del pago de todos los beneficios laborales, tales como remuneraciones, condiciones de trabajo y demás beneficios convencionales o unilaterales, adeudados a sus trabajadores hasta la fecha en que se produjo la Caducidad de la Concesión. El CONCEDENTE no será responsable, en ningún caso, de dichos adeudos.

En el supuesto que judicialmente se ordenara al CONCEDENTE a pagar alguna acreencia laboral, que se hubiese generado mientras se encuentre en vigencia la Concesión, éstos podrán repetirse contra el CONCESIONARIO.

- 14.18. Salvo lo dispuesto en la Cláusula 8.8, el CONCESIONARIO determinará libremente el número de personal que requiera contratar para la Explotación del Proyecto.

El CONCESIONARIO deberá contar con un equipo de personal que ante cualquier situación de emergencia garantice la prestación adecuada del Servicio durante las veinticuatro (24) horas del día.

SECCIÓN XV: CADUCIDAD DE LA CONCESIÓN

Terminación del Contrato

- 15.1. La presente Concesión caducará por la verificación de alguna de las siguientes causales:



- a) Vencimiento del Plazo de la Concesión.
- b) Mutuo acuerdo.
- c) Resolución del Contrato por incumplimiento del CONCESIONARIO.
- d) Resolución del Contrato por incumplimiento del CONCEDENTE.
- e) Decisión unilateral del CONCEDENTE.
- f) Fuerza Mayor o caso fortuito.

Cualquiera sea la causal de resolución, con excepción de la causal indicada en la Cláusula 15.2 del Contrato, el Regulador deberá notificar fehacientemente tal circunstancia a los Acreedores Permitidos, con carácter previo a la resolución del Contrato.

Término por Vencimiento del Plazo

- 15.2. El Contrato terminará al vencimiento del plazo establecido en la Sección IV o de cualquier plazo ampliatorio concedido conforme a dicha Sección.

La Caducidad del Contrato por haberse vencido el plazo pactado o por haberse vencido el plazo ampliatorio concedido conforme al Contrato, no contemplará retribución alguna al CONCESIONARIO por las Inversiones Obligatorias, Adicionales e instalaciones en el Área de la Concesión, así como por los Bienes de la Concesión ni monto indemnizatorio alguno por eventuales daños que la Caducidad de la Concesión pueda generar para cualquiera de las Partes. Si por alguna circunstancia quedaran flujos de pago pendientes se cumplirá lo establecido en la cláusula 15.31.

Término por Mutuo Acuerdo

- 15.3. El Contrato terminará en cualquier momento, por acuerdo escrito entre el CONCESIONARIO y el CONCEDENTE, previa opinión favorable del Regulador y opinión no vinculante de los Acreedores Permitidos.

Si el término del Contrato se produce por mutuo acuerdo entre las Partes, éste deberá obligatoriamente contener las reglas y el mecanismo de liquidación de la Concesión indicado en la Cláusula 15.17 y siguientes, así como la reversión de los Bienes de la Concesión, asegurándose la continuidad del Servicio. El acuerdo deberá considerar el tiempo transcurrido desde la celebración del Contrato, los montos de avance de las Inversiones Obligatorias pendientes de ser reconocidos, de ser el caso, el valor de los Bienes de la Concesión y las circunstancias existentes a la fecha en que las Partes toman esa decisión, como criterios para determinar el mecanismo de liquidación. No se considerará monto indemnizatorio alguno por los daños que irroge la Caducidad de la Concesión a las Partes, salvo las que acuerden entre ellas. Los flujos de pago pendientes se sujetarán a lo establecido en la cláusula 15.31.

Terminación por incumplimiento del CONCESIONARIO

- 15.4. El CONCEDENTE podrá resolver el Contrato en caso que el CONCESIONARIO incurra en incumplimiento grave de sus obligaciones contractuales que afecte o imposibilite el normal desenvolvimiento o continuidad de la Concesión. Sin perjuicio de la aplicación de penalidades y sanciones que procedan, se considerarán como causales de incumplimiento grave de las obligaciones del CONCESIONARIO, aquellas señaladas expresamente en el Contrato como tales, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:



- a. Incumplimiento del CONCESIONARIO de la obligación de integrar su capital inicial, en el plazo y conforme a lo estipulado en el Literal a) de la Cláusula 3.6.
- b. La no concurrencia a la Toma de Posesión, en el plazo y en la forma prevista para tal efecto por causas imputables al CONCESIONARIO.
- c. La disposición de los Bienes de la Concesión en forma distinta a lo previsto en el Contrato por parte del CONCESIONARIO, sin autorización previa y por escrito del CONCEDENTE.
- d. La grave alteración del ambiente y los recursos naturales, producto de la vulneración de las recomendaciones a las especificaciones técnicas socio ambientales para la Conservación de las Inversiones Obligatorias y Explotación de la Concesión, por causas imputables al CONCESIONARIO.
- e. El reiterado incumplimiento del CONCESIONARIO de las obligaciones descritas en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado. A estos efectos, se entiende como incumplimiento reiterado de dichas obligaciones, la imposición al CONCESIONARIO de penalidades respecto de las mismas que en conjunto superen un monto equivalente o superior a Treinta Millones de Dólares Americanos (US\$ 30'000,000.00).
- f. La comisión de cualquier acto u omisión que constituya un incumplimiento doloso del CONCESIONARIO que derive en la comisión de un delito de acción pública en perjuicio de los Usuarios, del CONCEDENTE y/o del Regulador, cuando así lo disponga una sentencia con calidad de cosa juzgada.
- g. No iniciar la Explotación del Tramo correspondiente dentro del plazo previsto en la Sección VIII, así como la no prestación del Servicio, por causas imputables al CONCESIONARIO, durante tres (03) Días Calendario consecutivos o seis (06) Días Calendario no consecutivos en el lapso de treinta (30) Días Calendario.
- h. La transferencia de los derechos del CONCESIONARIO o la cesión de su posición contractual en el presente Contrato sin autorización previa y por escrito del CONCEDENTE.
- i. Incumplimiento en la cobranza de las Tarifas establecidas por el CONCEDENTE hasta tres (03) veces por un periodo de seis (06) meses.
- j. La cobranza de Tarifa por montos distintos a los autorizados, verificada y penalizada de acuerdo a lo indicado en el Anexo 10, hasta en tres (3) oportunidades por el Regulador en un periodo de doce (12) meses.
- k. El inicio, a instancia del CONCESIONARIO de un procedimiento de fusión, escisión o transformación de sociedades u otra reorganización societaria, sin la correspondiente autorización del CONCEDENTE.
- l. El incumplimiento del CONCESIONARIO de acreditar el cierre financiero, de acuerdo con los términos señalados en la Cláusula 9.1.
- m. El incumplimiento del CONCESIONARIO de presentar, renovar o de restituir el monto de la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato, de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras, de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante, según lo señalado en Sección XI, respectivamente.
- n. En caso el CONCESIONARIO no contrate, no mantenga vigentes o no renueve las pólizas de seguros señaladas en la Sección XII.
- o. La expedición de una orden administrativa firme o judicial consentida o ejecutoriada, por causas imputables al CONCESIONARIO que le impidan realizar una parte sustancial de su negocio o si ésta le impone un embargo, gravamen o secuestro que recaiga sobre todos los bienes afectados a la Concesión o parte sustancial de aquellos del CONCESIONARIO y si cualquiera de estas medidas se mantiene vigente durante más de sesenta



- (60) Días o dentro del plazo mayor que haya fijado el Regulador por escrito, el cual se otorgará cuando medien causas razonables.
- p. El inicio, a instancia del CONCESIONARIO y/o del Socio Estratégico, de un proceso societario, administrativo o judicial para su disolución o liquidación.
 - q. La declaración de disolución, liquidación, quiebra o nombramiento del Interventor del CONCESIONARIO de acuerdo a lo establecido en las normas legales sobre la materia. En estos casos, la resolución del Contrato se producirá cuando el CONCEDENTE tome conocimiento y curse una notificación en tal sentido, previa opinión del Regulador, siempre que la disolución y liquidación, quiebra u otra prevista en este Literal no hubiere sido subsanada, conforme a ley dentro de los ciento veinte (120) Días Calendario siguientes de notificada, o dentro de un plazo mayor que el Regulador por escrito haya fijado, el cual se otorgará cuando medien causas razonables, salvo que se pruebe que la declaración de disolución, liquidación, quiebra o nombramiento de un Interventor haya sido fraudulenta.
 - r. El incumplimiento de los plazos contenidos en el Cronograma Detallado por causa imputable al CONCESIONARIO por más de tres (03) meses consecutivos, durante la Ejecución de Inversiones Obligatorias, salvo opinión contraria del Regulador.
 - s. Toda modificación de los Contratos o celebración de nuevos Contratos de Construcción, Provisión de Material Rodante, Operación o Asesoría Técnica en Operación que disminuya las obligaciones que correspondan según las Bases. Las modificaciones que implique una disminución de la participación accionaria de los accionistas del Constructor, Proveedor de Material Rodante, Operador o Asesor Técnico en Operación, los cuales acreditaron el cumplimiento de los requisitos de precalificación durante la etapa del Concurso a través de un Consorcio, de ser el caso.
 - t. En caso venza el plazo fijado por el Regulador sin que el CONCESIONARIO efectúe las subsanaciones a las observaciones formuladas por el Regulador, de conformidad con el cuarto párrafo de la Cláusula 6.26..
 - u. La acumulación de penalidades por un monto equivalente o superior a Treinta Millones de Dólares Americanos (US\$ 30'000,000.00) que se hubieren hecho efectivas o quedado consentidas por períodos de cinco (05) años consecutivos durante la vigencia del Contrato. En este supuesto, el CONCEDENTE podrá, de considerarlo conveniente para garantizar la continuidad en la prestación del Servicio, no invocar la Caducidad de la Concesión, y llegar a un acuerdo con el CONCESIONARIO, en relación a un nuevo límite de penalidades.
 - v. El reiterado incumplimiento de los parámetros asociados a las Inversiones Obligatorias o los Niveles de Servicio. Para estos efectos se entiende como incumplimiento reiterado de los parámetros asociados a las Inversiones Obligatorias, la imposición por el Regulador de sanciones o penalidades por un monto mayor al cincuenta por ciento (50%) del importe total de la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato. Asimismo, se entiende como incumplimiento reiterado de los parámetros asociados a los Niveles de Servicio, la imposición por el Regulador de sanciones o penalidades por un monto mayor al treinta por ciento (30%) por Año Calendario del importe total de la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato, en el periodo posterior al inicio de la etapa de Puesta en Operación Comercial.
 - w. No iniciar la Ejecución de Obras de la etapa que corresponda, así como no proveer el Material Rodante en los plazos establecidos en el presente Contrato, por causas atribuibles al CONCESIONARIO.
 - x. No iniciar la Puesta en Operación Comercial en los plazos establecidos en el presente Contrato, por causas atribuibles al CONCESIONARIO.



- y. En caso de una Suspensión de plazo, si es que no se restablece el Servicio luego de terminado el plazo de Suspensión respectivo, o si el CONCESIONARIO no continúa con la Explotación dentro de la ampliación del Plazo de la Concesión a que se refiere la Cláusula 4.3.
- z. En caso se sustituya al Constructor, al Proveedor de Material Rodante, al Operador o al Asesor Técnico en Operación, sin la aprobación previa del CONCEDENTE.
- aa. En caso el CONCESIONARIO no cumpla con los plazos máximos para la realización de Pruebas de Puesta en Marcha.
- bb. El incumplimiento de la reglas para la participación del Socio Estratégico y/o la transferencia de la Participación Mínima sin observar las disposiciones contenidas en las Cláusula 14.12 y siguientes del Contrato.
- cc. No cumplir los mandatos de los laudos arbitrales consentidos relacionados al Contrato emitidos en su contra.
- dd. El incumplimiento de cualquiera de las obligaciones de pago de cargo del CONCESIONARIO, previstas en el Contrato.
- ee. Falsedad en las declaraciones señaladas en los Literales a) y e) de la Cláusula 3.1 del Contrato.

En caso que el Regulador certifique alguno de los incumplimientos indicados precedentemente y habiendo aplicado previamente el procedimiento para la subsanación previsto en la Cláusula 15.29 y el CONCEDENTE opte por el término del Contrato, deberá comunicar esta decisión al CONCESIONARIO por escrito, con copia al Regulador, con una anticipación de al menos noventa (90) Días Calendario, respecto de la fecha de término anticipado prevista, o desde la notificación del laudo arbitral que determine el incumplimiento del CONCESIONARIO, y la facultad del CONCEDENTE de declarar la Caducidad del Contrato.

No existirá posibilidad de subsanación para la causal de incumplimiento indicada en el Literal (h) de la Cláusula 15.4.

Para efectos de lo establecido en la presente Cláusula, el incumplimiento de las obligaciones del CONCESIONARIO indicadas en los literales precedentes debe obedecer a causas que no se encuentren comprendidas dentro de los supuestos de Fuerza Mayor o caso fortuito.

- 15.5. En caso se configure la terminación del Contrato, para el cálculo del monto a compensar al CONCESIONARIO, de corresponder, se procederá según lo establecido en el segundo párrafo de la Cláusulas 15.15 del presente Contrato.
- 15.6. Si la terminación del Contrato se produce por incumplimiento del CONCESIONARIO, el tratamiento de las garantías se realizará de la siguiente manera:
 - a) En cualquier caso, el CONCEDENTE ejecutara el cien por ciento (100%) de la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión.
 - b) Adicionalmente, en caso de verificarse que la causal está vinculada a las obligaciones derivadas de la ejecución de Obras y/o de la Provisión del Material Rodante, el CONCEDENTE ejecutará el cien por ciento (100%) del monto de Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras y/o Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante, según corresponda.



En caso de verificarse una causal de incumplimiento señalada en esta Cláusula, el CONCEDENTE está expresamente autorizado a cobrar y retener el monto de las mencionadas garantías sin derecho a reembolso alguno para el CONCESIONARIO, estableciéndose el cobro de la penalidad por incumplimiento grave del CONCESIONARIO.

Terminación por incumplimiento del CONCEDENTE

- 15.7. El CONCESIONARIO podrá poner término anticipadamente al Contrato en caso que el CONCEDENTE incurra en incumplimiento grave de sus obligaciones contractuales.
- 15.8. Se considerarán causales de incumplimiento grave de las obligaciones del CONCEDENTE, aquellas calificadas expresamente así en el Contrato, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:
- a) La promulgación de normas o expedición de órdenes, actos o medidas, no sustentadas en causa de necesidad pública, que impidan o dificulten gravemente la ejecución de las obligaciones del CONCESIONARIO en relación al Contrato, y cuyo impacto no pueda ser mitigado adecuadamente a través del mecanismo de restablecimiento del equilibrio económico-financiero del Contrato.
 - b) Incumplimiento del Pago del RPMO que corresponda, conforme a lo previsto en la Cláusula 10.29, por más de tres meses consecutivos.
 - c) Incumplimiento del pago por PPO y/o RPI de acuerdo a lo establecido en la Sección X del Contrato, por más de dos trimestres consecutivos.
 - d) Incumplimiento del procedimiento previsto para el restablecimiento del equilibrio económico financiero, según lo señalado en la Sección IX.
 - e) Incumplimiento en la entrega de totalidad de las áreas de terreno comprendidas en el Área de la Concesión conforme a lo previsto en las Cláusulas 5.16 a 5.19 y Anexo N° 08, siempre que el mismo obedezca a causas imputables al CONCEDENTE.
 - f) Incumplimiento del CONCEDENTE en la obligación de programar en el Presupuesto de la República del ejercicio fiscal correspondiente, el monto necesario para el Pago por RPMO, por PPO y por ejecución de garantía de pago del RPI del año fiscal siguiente, más el IGV correspondiente.
 - g) Incumplimiento del CONCEDENTE en los pagos de la ejecución de la garantía de pago del RPI-CAO, del RPI-MR_{CAO} y/o del IGV, en dos (2) oportunidades consecutivas.
- 15.9. En caso se configure cualquiera de los supuestos previstos en los Literales de la Cláusula anterior, el CONCESIONARIO otorgará un plazo al CONCEDENTE de al menos sesenta (60) Días Calendario, el que será contado desde la fecha de recepción del requerimiento, para subsanar dicha situación de incumplimiento.

Atendiendo a las circunstancias de cada caso, el CONCESIONARIO podrá otorgar un plazo mayor al antes indicado.

De persistir el incumplimiento, el CONCESIONARIO podrá optar por la resolución del Contrato, habiendo aplicado previamente el procedimiento para la subsanación previsto en el primer párrafo de la presente Cláusula, lo que deberá comunicar por escrito al CONCEDENTE y al Regulador con una anticipación de al menos noventa (90) Días Calendario respecto de la fecha de término anticipado prevista.



Para efectos de lo establecido en la presente cláusula, el incumplimiento de las obligaciones del CONCEDENTE indicadas en los literales precedentes debe obedecer a causas directamente imputables al CONCEDENTE y que no se encuentren comprendidas dentro de los supuestos de Fuerza Mayor o caso fortuito. Asimismo, la ocurrencia de dichos incumplimientos debe haber sido formalmente comunicada al CONCEDENTE en forma previa a la declaración de Caducidad del Contrato, de acuerdo a los plazos establecidos en el presente Contrato que resulten aplicables.

La decisión del CONCESIONARIO de declarar la Caducidad del Contrato por incumplimiento del CONCEDENTE podrá ser impugnada a través de los mecanismos de solución de controversias previstos en la Sección XVI. De ser sometida a procedimiento arbitral, la Caducidad del Contrato por incumplimiento del CONCEDENTE, surtirá efectos a partir del pronunciamiento firme favorable del Tribunal Arbitral respectivo.

- 15.10. La resolución del Contrato por incumplimiento del CONCEDENTE, dará derecho al CONCESIONARIO a recibir las sumas que se determinen en la Cláusula 15.17 y siguientes del presente Contrato.

En caso que el CONCESIONARIO haya realizado Inversiones Adicionales y ocurra la resolución del Contrato por incumplimiento del CONCEDENTE, el CONCESIONARIO tendrá derecho a cobrar, adicionalmente, el importe que resulte de aplicar el procedimiento establecido en el numeral 3 de la Cláusula 15.21.

Los conceptos señalados en la presente Cláusula son los únicos pagos a ser reconocidos a favor del CONCESIONARIO.

Facultad del CONCEDENTE de poner término Unilateral al Contrato

- 15.11. El CONCEDENTE tiene la facultad de poner término unilateral al Contrato, por razones de interés público debidamente fundadas, las cuales deberán ser individualizadas, justificadas y desarrolladas en una comunicación de carácter oficial que realice al CONCESIONARIO con una antelación no inferior a seis (6) meses del plazo previsto para la terminación del mismo. En igual plazo deberá notificar tal decisión a los Acreedores Permitidos.

La referida comunicación deberá además estar suscrita por el organismo del Estado de la República del Perú competente para atender tal problema de interés público.

La resolución del Contrato por decisión unilateral del CONCEDENTE originará que el CONCEDENTE pague al CONCESIONARIO un monto equivalente al que resulte de la aplicación de las cláusulas referidas a la Compensación por Terminación Anticipada del Contrato.

- 15.12. Una vez producida la Caducidad de la Concesión, se aplicará lo dispuesto en las Cláusulas 5.38 y siguientes, referidas a las Reversión de los Bienes de la Concesión.

Terminación por Fuerza Mayor o caso fortuito

- 15.13. Cualquiera de las Partes tendrá la opción de resolver el Contrato por eventos de Fuerza Mayor o caso fortuito, siempre y cuando se verifique que i) se trata de

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"



alguno(s) de los eventos mencionados en el literal a) de la Cláusula 17.1, y siempre que haya vencido el plazo máximo de suspensión.

Para que la terminación por Fuerza Mayor o caso fortuito resulte procedente, el(los) evento(s) que da(n) origen a la misma deberá(n) haber producido un daño cierto y actual, debidamente fundado y acreditado, originado en un suceso insuperable por estar fuera del control razonable de las Partes, las cuales, a pesar de todos los esfuerzos realizados para prevenir o mitigar sus efectos, no puedan evitar que se configure dicho daño, como consecuencia directa y necesaria del evento de Fuerza Mayor o caso fortuito alegado.

15.14. Para el ejercicio de la facultad contemplada en esta Cláusula, el CONCESIONARIO deberá observar el siguiente procedimiento:

a) Luego del vencimiento del plazo establecido en la Cláusula 19.13, el CONCESIONARIO deberá presentar un informe al CONCEDENTE y al Regulador comunicando la ocurrencia de las circunstancias antes descritas. Dicho informe deberá contener:

- a.1) Una descripción fundada de la causal invocada y de los efectos económicos o jurídicos de la misma.
- a.2) Una propuesta del procedimiento a seguir para la terminación del Contrato.

b) Dicha propuesta deberá ser entregada al CONCEDENTE, al Regulador y a los Acreedores Permitidos, quienes tendrán un plazo de veinte (20) Días para formular sus observaciones.

c) En caso de existir discrepancias en relación con el procedimiento propuesto por el CONCESIONARIO, éstas deberán someterse al mecanismo de solución de controversias establecido en la Sección XVI.

15.15. En caso se produzca la Caducidad del Contrato por Fuerza Mayor o caso fortuito, el CONCESIONARIO tendrá derecho a recibir las sumas que se determinen en la Cláusula 15.17 y siguientes del presente Contrato.

Dichas sumas podrán provenir de la indemnización derivada de los seguros contratados por el CONCESIONARIO que el CONCEDENTE haya recibido sólo en caso sea materialmente imposible la reconstrucción, reemplazo o reparación de los bienes dañados.

Liquidación del Contrato

15.16. En caso de resolución del Contrato de Concesión, el CONCEDENTE podrá convocar y llevar a cabo una licitación para la transferencia de la Concesión y entrega de los bienes de la misma a un nuevo concesionario, bajo las siguientes condiciones:

a) Los Bienes de la Concesión serán entregados al nuevo concesionario como conjunto y constituyendo una unidad económica de manera tal que puedan continuar siendo usados por el nuevo concesionario para la prestación del Servicio de forma ininterrumpida.



- b) La licitación en este caso se realizará de conformidad con los procedimientos determinados por el CONCEDENTE y las Leyes y Disposiciones Aplicables.
- c) Los ingresos afectados al Fideicomiso de Administración de Caja serán la fuente de pago de las obligaciones con el CONCESIONARIO. Las Garantías del Estado de cubrir las obligaciones de los RPI o los RPI-CAOs e IGV pendientes en caso de ser insuficientes los ingresos de la CONCESIÓN se mantienen y serán contenidos en los CR-RPI correspondientes.

Compensación por Terminación Anticipada del Contrato

15.17. Independientemente del valor que sea determinado de acuerdo a las normas tributarias y las Leyes Aplicables, el Valor Neto de Compensación será el determinado de acuerdo a lo establecido en el presente Contrato para fines de la Caducidad de la Concesión.

15.18. En caso la Caducidad de la Concesión se produzca antes de la fecha de inicio de la Etapa de Ejecución de Inversiones Obligatorias, se seguirá el siguiente procedimiento:

- i) El CONCEDENTE reconocerá a favor del CONCESIONARIO los gastos en los que incurra el CONCESIONARIO durante dicho período, debidamente acreditados y reconocidos por el Regulador, los cuales comprenden, entre otros, los gastos de bienes y servicios directamente vinculados a la Construcción, servidumbres, asesorías y movilización, comunicación social, costos de estudios preliminares del proyecto, costo de constitución de garantías contractuales y costo de contratación de seguros. Asimismo, se considerarán los gastos cubiertos por el CONCESIONARIO en los gastos del proceso.
- ii) Del resultado de consolidar los gastos correspondientes al numeral i) anterior, se deducirán los montos pendientes de pago por concepto de penalidades y los reconocidos por las empresas aseguradoras por siniestros ocurridos, cuando dichos montos no hayan sido aplicados a la Concesión. El monto neto resultante, luego de la aplicación de las deducciones, según las condiciones mencionadas en la presente Cláusula, será el Valor Neto de Compensación por pagar al CONCESIONARIO.

15.19. En caso la Caducidad de la Concesión se produzca después de la fecha de inicio de la Etapa de Ejecución de Inversiones Obligatorias, de la Ejecución de Obras y hasta la fecha de inicio de la Operación Comercial de la Segunda Etapa, para la determinación de la metodología del PPO, el Valor de Neto de Compensación por PPO se determinará de la siguiente manera:

- i) Para los Hitos de Obra bajo el sistema de PPO, el Regulador realizará la liquidación de los avances de los Hitos de Obras sin considerar los Hitos de Obra ya liquidados y pagados. La liquidación se realizará hasta la Fecha de Caducidad, de acuerdo a los EDIs aprobados en virtud de la Cláusula 10.3 y siguientes de la Sección X del presente Contrato. Al valor resultante deberá deducirse los PPO ya pagados por los avances realizados, así como los diferenciales de los PPO ya pagados.
- ii) Para el Material Rodante bajo el sistema de PPMR, el Regulador determinará



la valorización de los avances de provisión y sus respectivos ajustes, desde la última liquidación hasta la fecha de Caducidad, de acuerdo al EDI de Material Rodante aprobado en virtud de la Cláusula 10.10 de la Sección X del presente Contrato. Deberá deducir, de ser el caso, los pagos PPMR ya realizados y los importes diferenciales, si los hubiera. El informe del Regulador deberá contener la valorización, considerando los intereses, en caso corresponda.

- iii) En caso se haya iniciado la Puesta en Operación Comercial del Tramo 1A y/o del Tramo 1B, el Regulador determinará la valorización del RPMO correspondiente al periodo desde el último pago mensual hasta la fecha de Caducidad, la parte de la retribución devengada y ejecutada pero no pagada. El informe del Regulador deberá contener la valorización sin considerar intereses.
 - iv) El Regulador determinará el valor consolidado de los gastos generados antes de la fecha de inicio de las Ejecución de Obras, que forman parte de la inversión en la Concesión y que se detallan en el numeral i) de la Cláusula 15.18.
 - v) En caso que la Caducidad se produzca por incumplimiento del CONCEDENTE o por decisión unilateral del CONCEDENTE, cada una de las valorizaciones mencionadas en los numerales i), ii), iii) y iv) se actualizarán a la fecha de Caducidad, considerando el costo de capital que resulta de aplicar una tasa de interés de la deuda soberana correspondiente a la moneda de pago del valor –dólares o soles- al período que se efectuaron los cálculos del valor de compensación, determinando el Valor Actualizado de Compensación a la fecha de Caducidad.
 - vi) Al valor calculado en el numeral v) precedente se le deducirán los montos pendientes de pago por concepto de penalidades y aquellos montos reconocidos por las empresas aseguradoras por siniestros ocurridos, cuando dichos montos no hayan sido aplicados a la Concesión. El monto neto resultante, luego de la aplicación de las deducciones, según las condiciones mencionadas en la presente Cláusula, será el Valor Neto de Compensación por PPO que corresponda pagar al CONCESIONARIO.
- 15.20. En caso la Caducidad de la Concesión se produzca después de la fecha de inicio de las Ejecución de Obras y hasta la fecha de inicio de la Operación Comercial de la Segunda Etapa, para la determinación de la metodología del RPI, el Valor de Neto de Compensación por RPI se determinará de la siguiente manera:
- i) Para los Hitos de Obra bajo el sistema de RPI, el Regulador realizará la liquidación de los avances de los Hitos de Obras sin considerar los Hitos de Obra ya liquidados y cuyos CAOs ya haya sido emitidos. La liquidación se realizará hasta la fecha de Caducidad, de acuerdo a los EDIs aprobados en virtud de la Cláusula 10.16 y siguientes de la Sección X del presente Contrato. Al valor resultante deberá deducirse los CAOs ya emitidos por los avances realizados. El informe del Regulador deberá contener las valorizaciones sin considerar intereses.



- ii) Como consecuencia de dichas valorizaciones, el CONCEDENTE deberá elegir entre el pago del valor resultante en el numeral anterior o emitir los CAOs respectivos y posteriormente deberá honrar los pagos de RPI que correspondan en la oportunidad y por los montos establecidos. En este

sentido, estos montos no se considerarán para calcular el Valor Neto de Compensación.

- iii) Para el Material Rodante bajo el sistema de RPI-MR, el Regulador determinará la valorización de los avances de provisión y sus respectivos ajustes, desde la última liquidación hasta la fecha de Caducidad, de acuerdo al EDI de Material Rodante aprobado en virtud de la Cláusula 10.21 y siguientes de la Sección X del presente Contrato. El informe del Regulador deberá contener la valorización sin considerar intereses y deberá descontar cuando corresponda los CAOs ya emitidos para el reconocimiento de los avances en la Provisión del Material Rodante.
- iv) Como consecuencia de dichas valorizaciones, el CONCEDENTE deberá elegir entre pagar las valorizaciones del numeral anterior emitir los CAOs respectivos y posteriormente deberá honrar los pagos de RPI-MR que correspondan en la oportunidad y por los montos establecidos. En ese segundo caso, estos montos no se considerarán para calcular el Valor Neto de Compensación.
- v) En caso se haya iniciado la Operación Comercial del Tramo 1A y/o del Tramo 1B, el Regulador determinará la valorización del RPMO correspondiente al periodo desde el último pago mensual hasta la fecha de Caducidad, la parte de la retribución devengada y ejecutada pero no pagada. El informe del Regulador deberá contener la valorización sin considerar intereses.
- vi) El Regulador determinará el valor consolidado de los gastos generados antes de la fecha de inicio de la Ejecución de Obras, que forman parte de la inversión en la Concesión y que se detallan en el numeral i) de la Cláusula 15.18.
- vii) En caso que la Caducidad se produzca por incumplimiento o por decisión unilateral del CONCEDENTE, cada una de las valorizaciones mencionadas en los numerales del i) al vi) se actualizarán a la fecha de Caducidad, considerando el costo de capital que resulta de aplicar una tasa de interés de la deuda soberana correspondiente a la moneda de pago del valor –dólares o soles- al período que se efectuaron los cálculos del valor de compensación, determinando el Valor Actualizado de Compensación a la fecha de Caducidad.
- viii) Al valor calculado en el numeral vii) precedente se le deducirán los montos pendientes de pago por concepto de penalidades y aquellos montos reconocidos por las empresas aseguradoras por siniestros ocurridos, cuando dichos montos no hayan sido aplicados a la Concesión. El monto neto resultante, luego de la aplicación de las deducciones, según las condiciones mencionadas en la presente Cláusula, será el Valor Neto de Compensación por PPO que corresponde pagar al CONCESIONARIO.

15.21. En caso la Caducidad de la Concesión se produzca después de la fecha de inicio de la Operación Comercial de la Segunda Etapa, para la determinación del Valor de Neto de Compensación se procederá de la siguiente manera:

- i) El Regulador determinará la valorización de la Retribución por Operación y Mantenimiento (RPMO) correspondiente al periodo desde el último pago mensual hasta la fecha de Caducidad, considerando la retribución devengada



y ejecutada aún no pagada. El informe del Regulador deberá contener la valorización, considerando intereses, en caso corresponda.

- ii) El Regulador determinará el valor consolidado de los gastos generados antes de la fecha de inicio de Ejecución de Obras, que forman parte de la inversión en la Concesión y que se detallan en el numeral i) de la Cláusula 15.18.
 - iii) En caso existan Inversiones Adicionales en la Operación bajo el sistema de PPO o PPMR, se procederá a calcular la valorización de forma similar a lo mencionado en la Cláusula 15.19, numerales i) y ii).
 - iv) En caso que la Caducidad se produzca por incumplimiento o por decisión unilateral del CONCEDENTE, cada una de las valorizaciones mencionadas en los numerales i), ii) y iii) se actualizarán a la fecha de Caducidad, considerando el costo de capital que resulta de aplicar una tasa de interés de la deuda soberana correspondiente a la moneda de pago del valor –dólares o soles- al período que se efectuaron los cálculos del valor de compensación, determinando el Valor Actualizado de Compensación a la fecha de Caducidad.
 - v) Al valor calculado en el numeral iv) precedente se le deducirán los montos pendientes de pago por concepto de penalidades y aquellos montos reconocidos por las empresas aseguradoras por siniestros ocurridos, cuando dichos montos no hayan sido aplicados a la Concesión. El monto neto resultante, luego de la aplicación de las deducciones, según las condiciones mencionadas en la presente Cláusula, será el Valor Neto de Compensación por pagar al CONCESIONARIO.
 - vi) Sin perjuicio de lo anterior, el CONCEDENTE deberá honrar los pagos pendientes de RPI y de RPI-MR en la oportunidad y por los montos establecidos, hasta cumplir con el total de las obligaciones con los inversionistas. En ese sentido, estos conceptos no se considerarán para calcular el Valor Neto de Compensación.
 - vii) En caso existan inversiones adicionales en la Etapa de Operación bajo el sistema del PPO ó PPMR se considerará el procedimiento establecido en la Cláusula 15.18 y si se realiza bajo el sistema de RPI o RPI-MR, se procederá de forma similar a lo mencionado en la Cláusula 15.19.
- 15.22. El cálculo del monto definitivo a ser pagado por el CONCEDENTE al CONCESIONARIO como consecuencia de la Caducidad, según las Cláusulas especificadas, será determinado por Regulador.
- 15.23. En una eventual Caducidad de la Concesión, el saldo deudor a los Acreedores Permitidos, destinado a la inversión en la presente Concesión, será asumido por el CONCEDENTE con cargo al Fideicomiso que se estableció para el financiamiento de la Concesión.
- 15.24. En el eventual caso que como resultado de la Caducidad de la Concesión, el CONCEDENTE convocara a una licitación internacional para seleccionar a un nuevo concesionario, este último, además de las obligaciones contractuales de la Concesión, asumiría el saldo deudor con los Acreedores Permitidos. El proceso de convocatoria y selección del nuevo CONCESIONARIO se realizará contando con la opinión no vinculante, en lo pertinente, de los Acreedores Permitidos.



15.25. El CONCEDENTE pagará al CONCESIONARIO el Valor Neto de Compensación a más tardar en el siguiente ejercicio presupuestal del CONCEDENTE.

Disposiciones Generales por Terminación Anticipada del Contrato

15.26. En todos los eventos de Caducidad en que el CONCEDENTE o los Acreedores Permitidos asuman directamente o a través de un tercero la explotación de la Concesión, no existirá obligación de ningún tipo de parte del CONCESIONARIO para con los Usuarios.

Cualesquiera que sean las causales de la Caducidad, los Acreedores Permitidos tendrán el derecho de cobrar el saldo del Endeudamiento Garantizado Permitido aún no amortizado, en los términos pactados en los documentos suscritos con los Acreedores Permitidos.

Para estos efectos, el CONCEDENTE sustituirá al CONCESIONARIO en todos los derechos sobre el Fideicomiso de Administración, así como las obligaciones únicamente vinculadas al pago del Endeudamiento Garantizado Permitido de la Concesión, para lo cual, el Fideicomiso de Administración y todas sus obligaciones y estipulaciones deberán mantenerse vigentes hasta seis (06) meses posteriores a que se cumpla con pagar el saldo de la deuda en la forma que se hubiera programado.

Igualmente corresponderá mantener vigente el Fideicomiso de Administración, al menos hasta tres (03) meses después de la cancelación de las obligaciones de pago a que se refieren las Cláusulas 15.17 al 15.25, según corresponda, por parte del CONCEDENTE a favor del CONCESIONARIO.

Devolución de Garantías de Fiel Cumplimiento

En el caso que la resolución del Contrato se produzca por vencimiento del Plazo, acuerdo entre las Partes, por incumplimiento del CONCEDENTE, por decisión unilateral del CONCEDENTE o por Fuerza Mayor o caso fortuito, el CONCEDENTE devolverá al CONCESIONARIO, en caso corresponda, la Garantías de Fiel Cumplimiento del Contrato, de Obras y de Provisión de Material Rodante dentro de los seis (6) meses posteriores a la caducidad de la Concesión.

Pago de obligaciones del CONCESIONARIO

15.27. Ante el evento de Caducidad, las obligaciones correspondientes a los Acreedores Permitidos del CONCESIONARIO, deberán ser canceladas según las Leyes Aplicables.

Efectos de la Terminación

15.28. Los efectos de la Caducidad de la Concesión son, entre otros, los siguientes:

- a) La Caducidad de la Concesión produce la obligación del CONCESIONARIO de devolver los Bienes de la Concesión, conforme a los términos de la Cláusulas 5.38 y siguientes.
- b) Producida la Caducidad de la Concesión, la actividad del CONCESIONARIO cesa y se extingue su derecho de Explotación y otros que se hayan generado



en la ejecución contractual, derecho que es reasumido por el CONCEDENTE, sin perjuicio del reconocimiento de los derechos que corresponden a los Acreedores Permitidos, según lo establecido la cláusula 11.4. del presente Contrato.

Asimismo, se extinguen todos los contratos a los que se refiere la Sección XIV, salvo aquellos que expresamente el CONCEDENTE haya decidido mantener en vigencia y asumido la posición contractual del CONCESIONARIO.

- c) Producida la Caducidad de la Concesión, el CONCEDENTE, el interventor o el nuevo concesionario que se designe, se hará cargo de la Concesión, correspondiéndole al CONCEDENTE efectuar la liquidación final conforme a los términos de esta Sección.

Procedimiento para la subsanación en caso de incumplimiento del CONCESIONARIO

15.29. En caso de incumplimiento grave del CONCESIONARIO previsto en la Cláusula 15.4 o de alguna otra obligación que no cuente con un procedimiento expreso de subsanación regulado en el Contrato, el Regulador otorgará al CONCESIONARIO, con copia al CONCEDENTE, un plazo de sesenta (60) Días Calendario, el que será contado desde la fecha de recepción del requerimiento del Regulador para subsanar dicha situación de incumplimiento, salvo plazo distinto establecido en el Contrato.

Atendiendo a las circunstancias de cada caso, el Regulador a su criterio podrá otorgar un plazo mayor al antes indicado.

Procedimiento para el rescate en caso de resolución del Contrato

15.30. En caso que cualquiera de las Partes invoque la resolución del Contrato de Concesión, por cualquier motivo, o el CONCEDENTE decida unilateralmente la resolución del Contrato, se ejecutará el siguiente procedimiento:

- a) El Regulador nombrará a una persona jurídica para que actúe como Interventor, quien tendrá a su cargo la Explotación de la Concesión y cumplirá todas las obligaciones del CONCESIONARIO por el plazo que considere el CONCEDENTE o en su caso disponga que no se requiere de Interventor, preservando el funcionamiento y vigencia del Fideicomiso de Administración previsto en el Anexo 5 del presente Contrato, mientras el CONCEDENTE decide el mecanismo que permita mantener la continuidad del Servicio o se produce la sustitución de éste por una nueva sociedad concesionaria.
- b) El CONCEDENTE determinará el procedimiento para la sustitución del CONCESIONARIO.
- c) En casos excepcionales en los cuales exista suspensión de la Concesión, o Caducidad de la Concesión, a fin de evitar la paralización total o parcial del servicio, el Regulador podrá contratar temporalmente los servicios de personas o empresas especializadas para la operación total o parcial de la Concesión por un plazo no mayor a seis (06) meses.



Los costos de la contratación del Interventor serán asumidos por aquella Parte cuyo incumplimiento hubiere dado origen a la resolución del Contrato o por el CONCEDENTE en caso ejerza la facultad de poner término unilateral al Contrato. La duración de contratación de dicho Interventor no podrá ser mayor a un (01) año calendario.

Corresponderá al CONCEDENTE adoptar las medidas necesarias, a fin de garantizar la continuidad del Servicio.

No afectación de derechos de los Titulares del RPI-CAO y del RPI-MR_{CAO}

15.31. La caducidad de la Concesión, por cualquier causa, no limitará bajo concepto alguno el derecho de los Titulares del RPI-CAO y del RPI-MR_{CAO} ya emitidos de recibir las sumas reconocidas en dichos certificados conforme a los términos previstos en los mismos.

SECCIÓN XVI: SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS

LEY APLICABLE

16.1 El Contrato se registrará e interpretará de acuerdo a las Leyes y Disposiciones Aplicables. Por tanto, el contenido, ejecución, conflictos y demás consecuencias que de él se originen, se registrarán por dicha legislación, la misma que el CONCESIONARIO declara conocer.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

16.2 La presente Sección regula la solución de controversias que se generen entre las Partes durante la Concesión y aquellas relacionadas con la resolución del Contrato y la Caducidad de la Concesión, con excepción de aquellas controversias que surjan respecto de los actos administrativos que emita el REGULADOR en ejercicio de sus funciones, en atención a lo dispuesto por la Ley N° 26917.

16.3 De conformidad con el artículo 62° de la Constitución Política del Perú, se reconoce que los conflictos derivados de la relación contractual se solucionarán por el trato directo y en la vía arbitral, según los mecanismos de protección previstos en el Contrato.

El laudo que se expida será integrado a las reglas contractuales establecidas en el presente Contrato de Concesión.

Sin perjuicio de lo establecido en los párrafos anteriores, las Partes reconocen que la impugnación de las decisiones del REGULADOR u otras entidades públicas en el ejercicio de sus funciones administrativas, deberá sujetarse a las Leyes y Disposiciones Aplicables.

CRITERIOS DE INTERPRETACIÓN

16.4 En caso de divergencia en la interpretación de este Contrato, se seguirá el siguiente orden de prelación para resolver dicha situación:

- a) El Contrato y sus modificatorias;
- b) Las Circulares, a que se hace referencia en las Bases; y
- c) Las Bases.



- 16.5 El Contrato se suscribe únicamente en idioma castellano. De existir cualquier diferencia entre cualquier traducción del Contrato y éste, prevalecerá el texto del Contrato en castellano. Las traducciones de este Contrato no se considerarán para efectos de su interpretación.

Los términos "Anexo", "Apéndice", "Cláusula", "Sección", "Numeral" y "Literal" se entienden referidos al presente Contrato de Concesión, salvo que del contexto se deduzca inequívocamente y sin lugar a dudas que se refieren a otro documento.

- 16.6 Los plazos establecidos se computarán en días, meses o años según corresponda.
- 16.7 Los títulos contenidos en el Contrato tienen únicamente el propósito de identificación y no deben ser considerados como parte del Contrato, para limitar o ampliar su contenido ni para determinar derechos y obligaciones de las Partes.
- Los términos en singular incluirán los mismos términos en plural y viceversa. Los términos en masculino incluyen al femenino y viceversa.

- 16.8 El uso de la disyunción "o" en una enumeración deberá entenderse que comprende excluyentemente a alguno de los elementos de tal enumeración.

- 16.9 El uso de la conjunción "y" en una enumeración deberá entenderse que comprende a todos los elementos de dicha enumeración o lista.

- 16.10 Todos aquellas tarifas, ingresos, costos, gastos y similares a que tenga derecho o que sean de responsabilidad del CONCESIONARIO por la prestación de los Servicios deberán ser cobrados o pagados en la moneda que corresponda conforme a las Leyes y Disposiciones Aplicables y a los términos del Contrato.

RENUNCIA A RECLAMACIONES DIPLOMÁTICAS

- 16.11 El CONCESIONARIO y sus socios, accionistas o participacionistas renuncian de manera expresa, incondicional e irrevocable a cualquier reclamación diplomática, por las controversias o conflictos que pudiesen surgir del Contrato.

TRATO DIRECTO

- 16.12 Las Partes declaran que es su voluntad que todos los conflictos o incertidumbres con relevancia jurídica que pudieran surgir con respecto a la interpretación, ejecución, cumplimiento y cualquier aspecto relativo a la existencia, validez o eficacia del Contrato o Caducidad de la Concesión, con excepción de lo referente al régimen aplicable a las tarifas que corresponde decidir al CONCEDENTE, serán resueltos por trato directo entre las Partes.

El plazo de trato directo para el caso del arbitraje nacional deberá ser de quince (15) Días contados a partir de la fecha en que una Parte comunica a la otra, por escrito, la existencia de un conflicto o de una incertidumbre con relevancia jurídica.

De otro lado, tratándose del arbitraje internacional, el periodo de negociación o trato directo será no menor a seis (06) meses. Dicho plazo se computará a partir de la fecha en la que la parte que invoca la cláusula notifique su solicitud de iniciar el trato directo al Ministerio de Economía y Finanzas en su calidad de Coordinador del Sistema de Coordinación y Respuesta del Estado en Controversias Internacionales



de Inversión, en virtud de lo establecido en la Ley N° 28933 y su reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 125-2008-EF y modificatorias. La solicitud de inicio del trato directo debe incluir una descripción comprensiva de la controversia y su debida fundamentación, así como estar acompañada de todos los medios probatorios correspondientes.

Los plazos a los que se refieren los párrafos anteriores podrán ser ampliados por decisión conjunta de las Partes, acuerdo que deberá constar por escrito, siempre que existan posibilidades reales que, de contarse con este plazo adicional, el conflicto será resuelto mediante el trato directo.

En caso las Partes, dentro del plazo de trato directo, no resolvieran el conflicto o incertidumbre suscitada, deberán definirlo como un conflicto o incertidumbre de carácter técnico o no-técnico, según sea el caso. Cuando las Partes no se pongan de acuerdo con respecto a la naturaleza de la controversia, ambas partes deberán sustentar su posición en una comunicación escrita que harán llegar a su contraparte. En ésta explicarán las razones por las cuales consideran que la controversia es de carácter técnico o no técnico.

Los conflictos o incertidumbres técnicas (cada una, una Controversia Técnica) serán resueltos conforme al procedimiento estipulado en el Literal a) de la Cláusula 16.13. Los conflictos o incertidumbres que no sean de carácter técnico (cada una, una Controversia No Técnica) serán resueltos conforme al procedimiento previsto en el Literal b) de la Cláusula 16.13.

En caso las Partes no se pusieran de acuerdo dentro del plazo de trato directo respecto de si el conflicto o controversia suscitado es una Controversia Técnica o una Controversia No-Técnica, o en caso el conflicto tenga componentes de Controversia Técnica y de Controversia No Técnica, entonces tal conflicto o incertidumbre deberá ser considerado como una Controversia No Técnica y será resuelto conforme al procedimiento respectivo previsto en el Literal b) de la Cláusula 16.13.

ARBITRAJE

16.13 Modalidades de procedimientos arbitrales:

- a) Arbitraje de Conciencia.- Todas y cada una de las Controversias Técnicas que no puedan ser resueltas directamente por las Partes dentro del plazo de trato directo deberán ser sometidas a un arbitraje de conciencia, de conformidad con el Numeral 3 del Artículo 57 del Decreto Legislativo N° 1071, en el cual los árbitros resolverán conforme a sus conocimientos y leal saber y entender. Los árbitros podrán ser peritos nacionales o extranjeros, pero en todos los casos deberán contar con amplia experiencia en la materia de la Controversia Técnica respectiva, y no deberán tener conflicto de interés con ninguna de las Partes al momento y después de su designación como tales.

El Tribunal Arbitral podrá solicitar a las Partes la información que estime necesaria para resolver la Controversia Técnica que conozca, y como consecuencia de ello podrá presentar a las Partes una propuesta de conciliación, la cual podrá ser o no aceptada por éstas. El Tribunal Arbitral podrá actuar todos los medios probatorios y solicitar de las Partes o de terceras personas los medios probatorios que considere necesarios para resolver las pretensiones planteadas. El Tribunal Arbitral deberá preparar una decisión



preliminar que notificará a las Partes dentro de los treinta (30) Días siguientes a su instalación, teniendo las Partes un plazo de cinco (5) Días para preparar y entregar al Tribunal sus comentarios a dicha decisión preliminar. El Tribunal Arbitral deberá expedir su decisión final sobre la Controversia Técnica suscitada dentro de los diez (10) Días siguientes a la recepción de los comentarios de las Partes, a su decisión preliminar o al vencimiento del plazo para presentar dichos comentarios, lo que ocurra primero. El procedimiento para la resolución de una Controversia Técnica deberá llevarse a cabo en la ciudad de Lima, Perú. Excepcionalmente, y por la naturaleza del caso concreto, el Tribunal Arbitral se trasladará a otra localidad sólo con el fin de actuar medios probatorios como un peritaje, una inspección ocular o cualquier otro medio probatorio que sea necesario actuar en otra localidad, por un plazo no mayor a diez (10) Días.

Los miembros del Tribunal deberán guardar absoluta reserva y mantener confidencialidad sobre toda la información que conozcan por su participación en la resolución de una Controversia Técnica.

La controversia se resolverá a través de arbitraje nacional, siendo de aplicación los Reglamentos del Centro de Arbitraje de la Cámara de Comercio de Lima, en todo lo no previsto en el presente Contrato.

- b) Arbitraje de Derecho.- Las Controversias No-Técnicas serán resueltas mediante arbitraje de derecho, procedimiento en el cual los árbitros deberán resolver de conformidad con la legislación peruana aplicable. El arbitraje de derecho podrá ser local o internacional, de acuerdo a lo siguiente:
- (i) Cuando las Controversias No-Técnicas tengan un monto involucrado superior a Veinte Millones y 00/100 de Dólares (US\$ 20 000 000,00) o su equivalente en moneda nacional, las Partes tratarán de resolver dicha controversia vía trato directo dentro del plazo establecido en el Numeral 16.12 para el caso del arbitraje internacional, pudiendo ampliarse por decisión conjunta de las Partes en los términos establecidos.

En caso las Partes no se pusieran de acuerdo dentro del plazo de trato directo referido en el párrafo precedente, las controversias suscitadas serán resueltas mediante arbitraje internacional de derecho administrado por el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones (CIADI), siendo aplicables para este caso el reglamento y las reglas CIADI aplicables a los procedimientos de Arbitraje establecidas en el Convenio sobre Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones entre Estados y Nacionales de otros Estados, aprobado por el Perú mediante Resolución Legislativa N° 26210, a cuyas Normas las Partes se someten incondicionalmente. Alternativamente, las Partes podrán acordar someter la controversia a otro fuero distinto al del CIADI si así lo estimaran conveniente.

Para efectos de tramitar los procedimientos de arbitraje internacional de derecho, de conformidad con las reglas de arbitraje del CIADI, el CONCEDENTE, en representación del Estado de la República del Perú, declara que al CONCESIONARIO se le considerará como "Nacional de Otro Estado Contratante", por estar sometido a control extranjero según lo



establece el Literal b) del Numeral 2 del Artículo 25 del Convenio sobre Arreglos de Diferencias Relativas a Inversiones entre Estados y nacionales de otros Estados, y el CONCESIONARIO acepta que se le considere como tal.

El arbitraje tendrá lugar en la ciudad de Washington D.C., Estados Unidos de América, y será conducido en idioma castellano.

Si por cualquier razón el CIADI decidiera no ser competente o declinara asumir el arbitraje promovido en virtud de la presente cláusula, las Partes de manera anticipada aceptan someter, en los mismos términos antes señalados, las Controversias No Técnicas que: (a) tengan un monto involucrado superior a Veinte Millones de Dólares (US\$ 20 000 000,00) o su equivalente en moneda nacional, o (b) las Partes no estén de acuerdo sobre la cuantía de la materia controvertida, al Reglamento de Arbitraje del UNCITRAL (siglas en inglés) o CNUDMI (siglas en castellano) . En ese caso el arbitraje se llevará a cabo en Lima, Perú, en idioma Castellano, siendo aplicable la Ley Peruana.

- (ii) Las Controversias No-Técnicas en las que el monto involucrado sea igual o menor a Veinte Millones y 00/100 de Dólares (US\$ 20 000 000,00) o su equivalente en moneda nacional, y aquellas controversias de puro derecho que no son cuantificables en dinero, serán resueltas mediante arbitraje de derecho, Ad-Hoc, a través de un procedimiento que se seguirá de conformidad con los Reglamentos del Centro de Arbitraje de la Cámara de Comercio de Lima, a cuyas normas las Partes se someten incondicionalmente. Las Partes podrán someter las controversias a las reglas o procedimientos de otra institución distinta a la Cámara de Comercio de Lima, para ello se requerirá acuerdo expreso que deberá constar por escrito. El lugar del arbitraje será la ciudad de Lima, capital de la República del Perú; el idioma oficial a utilizarse será el castellano; y la ley aplicable, la ley peruana.

REGLAS PROCEDIMENTALES COMUNES

16.14 Tanto para el Arbitraje de Conciencia, a que se refiere el Literal a) de la Cláusula 16.13, como para el Arbitraje de Derecho a que se refiere el Literal b) de dicha Cláusula, ya sea en su modalidad internacional o nacional, se aplicarán por igual las siguientes disposiciones generales:

- a) El Tribunal Arbitral estará integrado por tres (3) miembros. Cada Parte designará a un árbitro y el tercero será designado por acuerdo de los dos árbitros designados por las Partes, quien a su vez se desempeñará como Presidente del Tribunal Arbitral. Si una de las Partes no cumpliera con designar a su Arbitro, o si los dos árbitros nombrado por las Partes no llegasen a un acuerdo sobre el nombramiento del tercer árbitro dentro de los diez (10) Días siguientes a la petición formal de arbitraje por una de las Partes o a la fecha del nombramiento del segundo árbitro, el segundo y/o el tercer árbitro será designado, a pedido de cualquiera de las Partes por la Cámara de Comercio de Lima, en el caso del Arbitraje de Conciencia, el Arbitraje de



Derecho nacional, y de manera excepcional actuará como entidad nominadora, en el caso del Arbitraje promovido bajo las reglas UNCITRAL (CNUDMI); o por el CIADI en el caso del Arbitraje de Derecho internacional.

- b) Con excepción de los actos administrativos a que se refiere la Clausula 16.2, el Tribunal Arbitral puede suplir, a su discreción, cualquier diferencia o laguna existente en la legislación o en el Contrato, mediante la aplicación de los principios generales del derecho y los Convenios, Convenciones y/o Tratados de los que la República del Perú sea signatario.
- c) Las Partes acuerdan que el laudo que emita el Tribunal Arbitral será definitivo e inapelable. En este sentido, las Partes deben considerarlo como sentencia de última instancia, con autoridad de cosa juzgada. En consecuencia, las Partes renuncian a los recursos de reconsideración, apelación, casación o cualquier otro medio impugnatorio contra el laudo arbitral, declarando que éste será obligatorio, de definitivo cumplimiento y de ejecución inmediata, salvo en los recursos previstos en la Sección 5 del Capítulo IV del Convenio sobre Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones entre Estados y Nacionales de otros Estados y en las causales taxativamente previstas en el artículo 63 del Decreto Legislativo N° 1071, cuando sea de aplicación.
- d) Durante el desarrollo del arbitraje las Partes continuarán con la ejecución de sus obligaciones contractuales, en la medida en que sea posible, inclusive con aquellas que son materia del arbitraje. Si la materia de arbitraje fuera el cumplimiento de las obligaciones garantizadas con la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión y/o Garantía de Fiel Cumplimiento de Obras y/o Garantía de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante, si fuera aplicable, quedará en suspenso el plazo respectivo y tales garantías no podrán ser ejecutadas por el motivo que suscitó el arbitraje y deberán ser mantenidas vigentes durante el procedimiento arbitral.
- e) Todos los gastos que irroque la resolución de una Controversia Técnica, o No-Técnica, incluyendo los honorarios de los árbitros que participen en la resolución de una controversia, serán cubiertos por la Parte vencida. Igual regla se aplica en caso la Parte demandada o reconvenida se allane o reconozca la pretensión del demandante o del reconviniente. También asumirá los gastos el demandante o el reconviniente que desista de la pretensión. En caso el procedimiento finalice sin un pronunciamiento sobre el fondo de las pretensiones por causa de transacción o conciliación, los referidos gastos serán cubiertos en partes iguales por el demandante y el demandado. Asimismo, en caso el laudo favoreciera parcialmente a las posiciones de las Partes, el Tribunal Arbitral decidirá la distribución de los referidos gastos. Se excluyen de lo dispuesto en este literal los costos y gastos tales como honorarios de asesores, costos internos u otros que resulten imputables a una Parte de manera individual.



SECCIÓN XVII: COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS

Disposiciones Comunes

El CONCEDENTE y el REGULADOR cumplirán sus funciones relacionadas al presente Contrato, en estricto cumplimiento de las Leyes y Disposiciones Aplicables y dentro de sus respectivos ámbitos de competencia. El ejercicio de tales funciones, en ningún caso estará sujeto a autorizaciones, permisos o cualquier manifestación de voluntad del CONCESIONARIO.

El CONCESIONARIO deberá prestar toda su colaboración para facilitar el cumplimiento de esas funciones, caso contrario será de aplicación lo dispuesto en el Reglamento de Infracciones y Sanciones del Regulador, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 023-2003-CD-OSITRAN, o la norma que lo complementa, modifique o sustituya.

Opiniones Previas

17.1. En los casos previstos en este Contrato, en los que el ejercicio de las funciones que debe cumplir el CONCEDENTE o el Regulador requieran contar con una opinión previa por parte de cualquiera de las entidades citadas, y que no se hubiesen establecido plazos, materias o procedimientos distintos para estos efectos, de manera expresa en las cláusulas correspondientes, se deberán respetar las siguientes reglas supletorias:

- i) En los casos en los cuales dichas entidades sean responsables de emitir un pronunciamiento con la opinión de la otra entidad, el CONCESIONARIO deberá entregar los informes, reportes y en general cualquier documento análogo necesario, al CONCEDENTE y al Regulador, en la misma fecha;
- ii) El plazo máximo para emitir un pronunciamiento es de treinta (30) Días, salvo otras disposiciones expresas del Contrato. Este plazo se cuenta a partir del Día siguiente de la fecha de presentación de la solicitud a las entidades;
- iii) En los casos en los cuales una de las entidades sea responsable de formular una opinión, el plazo con el que contará será de la mitad del plazo más un Día con el que cuenta la entidad competente para pronunciarse conforme a lo previsto en este Contrato, en caso contrario esta última podrá prescindir de dicha opinión a efectos de cumplir con pronunciarse dentro de los plazos previstos contractualmente, salvo que la misma estuviera prevista expresamente en las Leyes y Disposiciones Aplicables como condición para la realización de algún acto;
- iv) En caso de requerir mayor información para emitir opinión, tanto el Regulador o el CONCEDENTE se suspenderá el plazo mientras el CONCESIONARIO envía la información solicitada. El pedido de información deberá formularse dentro de los primeros diez (10) Días de recibida la solicitud para emitir opinión, pudiendo repetirse el presente procedimiento hasta la entrega de la información solicitada al CONCESIONARIO.

17.2. El CONCESIONARIO cumplirá con todos los requerimientos de información y procedimientos establecidos en este Contrato, o que puedan ser establecidos por el CONCEDENTE y el Regulador, en las materias de su competencia.



El CONCESIONARIO deberá presentar los informes periódicos, estadísticas y cualquier otro dato con relación a sus actividades y operaciones, en las formas y plazos que establezcan el Contrato, el CONCEDENTE o el Regulador, según corresponda, en el respectivo requerimiento.

El CONCESIONARIO deberá facilitar la revisión de su documentación, archivos y otros datos que requiera el Regulador, con el fin de vigilar y hacer valer los términos de este Contrato.

El incumplimiento de esta Cláusula se encuentra sometido a lo dispuesto en el Reglamento de Infracciones y Sanciones del Regulador.

Competencias y Facultades del Regulador

- 17.3. El Regulador tiene competencia administrativa para ejercer todas las potestades atribuidas mediante la Ley N° 27332, Ley N° 26917 y Ley N° 29754, así como sus normas modificatorias, sustitutorias, complementarias y reglamentarias.

De la Función de Supervisión

- 17.4. El Regulador tiene competencia para la supervisión al CONCESIONARIO en el cumplimiento de las obligaciones legales, contractuales, técnicas o administrativas, en los aspectos del ámbito de su competencia, conforme a la Leyes y Disposiciones Aplicables. El CONCESIONARIO deberá proceder a dar cumplimiento a las disposiciones impartidas por el Regulador.
- 17.5. El CONCESIONARIO deberá proporcionar al Regulador la información que éste le solicite de acuerdo a las facultades conferidas en las Leyes y Disposiciones Aplicables.
- 17.6. En caso de detectar algún incumplimiento de las obligaciones del CONCESIONARIO, el Regulador podrá exigir las subsanaciones necesarias, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones y/o penalidades que correspondan.
- 17.7. Los costos derivados de las actividades de supervisión serán asumidos por el CONCESIONARIO, quien pagará al Regulador los montos indicados en las Cláusulas 6.45 y 17.14 en las oportunidades indicadas en dichas Cláusulas.

En caso el CONCESIONARIO no cancele los montos indicados en las mencionadas Cláusulas, el CONCEDENTE podrá ejecutar la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión hasta el monto indicado, para cumplir con dicha obligación.

- 17.8. El Regulador, podrá designar a uno o varios Supervisores de Diseño, Obras y Explotación, el(los) mismo(s) que desempeñará(n) las funciones que el Regulador le asigne. Las funciones, en caso de designación, serán ejercidas de acuerdo a las facultades conferidas por el Regulador. La titularidad de las funciones se mantiene en el Regulador.



- 17.9. Los supervisores designados por el Regulador, de ser el caso, no deberán haber prestado directamente ni indirectamente ningún tipo de servicios a favor del CONCESIONARIO, sus accionistas o Empresas Vinculadas en el último año, en el Perú o en el extranjero, contado a partir del momento en que el Regulador realice la contratación.

De la Función Sancionadora

- 17.10. El Regulador tiene competencia para aplicar sanciones al CONCESIONARIO, en caso de incumplimiento de sus obligaciones, conforme a la Ley N° 27332 y Ley N° 26917 y los reglamentos que se dicten sobre la materia.

El CONCESIONARIO deberá proceder con el cumplimiento de las sanciones que imponga el Regulador, de acuerdo a las Normas Regulatorias, tales como el Reglamento de Infracciones y Sanciones (RIS) vigente a la fecha de ocurrencia del incumplimiento, entre otros.

Las sanciones administrativas impuestas, entre otras autoridades administrativas, por el MTC, la Administración Tributaria, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, que se originen en la ejecución del presente Contrato, se aplicarán al CONCESIONARIO independientemente de las penalidades contractuales establecidas en el mismo, y sin perjuicio de la obligación de responder por los daños y perjuicios resultantes del incumplimiento.

Penalidades Contractuales

- 17.11. El Regulador, se encuentra facultado para aplicar las penalidades contractuales establecidas en el Contrato. El CONCESIONARIO no estará exento de responsabilidad aún en los casos en que los incumplimientos sean consecuencia de contratos que celebre con el Constructor, Proveedor de Material Rodante, Operador o Asesor Técnico en Operación, de ser el caso, otros contratistas o sub contratistas o terceras personas.
- 17.12. En caso de incumplimiento del CONCESIONARIO de cualquiera de las obligaciones indicadas en el Contrato, el Regulador comunicará al CONCEDENTE y al CONCESIONARIO del incumplimiento detectado e indicará los mecanismos de subsanación así como los plazos correspondientes y/o la aplicación de las penalidades contenidas en el Anexo 10.
- 17.13. El CONCESIONARIO podrá impugnar la imposición de la penalidad, por escrito y con el respectivo sustento, ante el Regulador, en un plazo máximo de diez (10) Días, contados a partir del día siguiente de la fecha de notificación.

El Regulador contará con un plazo máximo de quince (15) Días para emitir su pronunciamiento debidamente fundamentado. En caso que, vencido el plazo antes indicado, el Regulador no emita pronunciamiento alguno, se entenderá por denegada la impugnación presentada. La decisión del Regulador tendrá el carácter definitivo y no estará sujeta a reclamación alguna por parte del CONCESIONARIO.



17.14. El monto de las penalidades será abonado por el CONCESIONARIO al CONCEDENTE a la cuenta del fondo de reserva del Fideicomiso, en el plazo de diez (10) Días contados a partir del día siguiente de la notificación que reciba por parte del Regulador.

El plazo para el abono de las penalidades a que se refiere la presente Cláusula será suspendido ante la impugnación de la penalidad por el CONCESIONARIO, reiniciándose el cómputo de dicho plazo en caso se confirme su imposición por el Regulador.

17.15. En caso que el CONCESIONARIO incumpla con pagar dichas penalidades dentro del plazo mencionado, el CONCEDENTE podrá ejecutar la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Concesión, hasta el monto al que ascienda la penalidad impuesta, debiendo el CONCESIONARIO restituir la misma, de acuerdo a lo dispuesto en la Cláusula 11.1.5.

17.16. El pago de las penalidades aplicables no podrá ser considerado como una afectación al flujo financiero de la Concesión y tampoco se podrá invocar por ello la ruptura del equilibrio económico-financiero.

Aporte por Regulación

17.17. El CONCESIONARIO está obligado a pagar directamente al Regulador el Aporte por Regulación a que se refiere el Artículo 14º de la Ley N° 26917 y el Artículo 10º de la Ley N° 27332, o normas que los modifiquen o sustituyan, en los términos y montos a que se refieren dichos dispositivos legales, así como en las normas reglamentarias que de estas leyes se deriven.

Aporte por Supervisión de la Red Básica del Metro de Lima

17.18. El CONCESIONARIO está obligado a pagar directamente al Regulador el Aporte por Supervisión a que se refiere Ley N° 29754, Ley que dispone que el Regulador es la entidad competente para ejercer la supervisión de los servicios públicos de transporte ferroviario de pasajeros en las vías concesionadas que forman parte del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao.

SECCIÓN XVIII: MODIFICACIONES AL CONTRATO

18.1 De conformidad con el Artículo 33º del TUO, las Partes podrán modificar el presente Contrato, previo acuerdo por escrito y firmado por sus representantes debidamente autorizados, por causa debidamente fundada y cuando ello resulte necesario al interés público, respetando su naturaleza y en lo posible, las condiciones económicas y técnicas contractualmente convenidas y el equilibrio económico – financiero de las prestaciones a cargo de las Partes.

18.2 En consideración a lo dispuesto en el párrafo precedente las Partes expresamente convienen que el CONCEDENTE podrá negociar y acordar con el CONCESIONARIO modificaciones al Contrato, siempre que ello sea necesario y esté debidamente sustentado, entre otros, para:

- a) Que el CONCESIONARIO pueda obtener el Endeudamiento Garantizado Permitido;



- b) Que esté relacionado con la naturaleza de la garantía que se otorgue a los Acreedores Permitidos, de acuerdo a lo previsto en la Cláusula 11.4;
 - c) Adecuar el Contrato a cambios tecnológicos o nuevas circunstancias que se produzcan durante la vigencia de la Concesión o sus prórrogas y que las Partes no puedan razonablemente conocer o prever en la Fecha de Cierre;
 - d) Restablecer el equilibrio económico - financiero, de acuerdo con lo previsto en Sección IX.
- 18.3 Sin perjuicio de lo dispuesto en la presente Sección, es de aplicación al presente Contrato lo dispuesto en el Artículo 9° del Decreto Supremo N° 146-2008-EF, Reglamento del Decreto Legislativo N° 1012 que aprueba la Ley Marco de Asociaciones Público – Privadas para la generación de empleo productivo y dicta normas para la agilización de los procesos de promoción de la inversión privada, y sus modificatorias.
- 18.4 Toda solicitud de enmienda, adición o modificación del presente Contrato por cualquiera de las Partes, deberá ser presentada a la otra Parte, con copia al Regulador, con el debido sustento técnico y económico – financiero, y con la conformidad de los Acreedores Permitidos, según lo establezcan los actos y contratos de Endeudamiento Garantizado Permitido, en el caso de ser aplicable.
- 18.5 El CONCEDENTE resolverá la solicitud de enmienda, adición o modificación, contando con la opinión técnica del Regulador.
- De igual modo, las Partes podrán presentar una solicitud al Regulador destinada a la revisión del Contrato, por causas que a criterio de una de las Partes no se haya previsto a la Fecha de Cierre.
- 18.6 Cualquier modificación al Contrato que implique un impacto fiscal o esté referido al Cofinanciamiento o las garantías requerirá la opinión favorable del Ministerio de Economía y Finanzas.

SECCIÓN XIX: SUSPENSIÓN DE OBLIGACIONES

- 19.1 Para fines de este Contrato, existirá una situación de Suspensión de Obligaciones siempre que se produzca alguno de los siguientes eventos:
- a) Fuerza mayor o caso fortuito, entendidos como eventos, condiciones o circunstancias no imputables a las Partes, de naturaleza extraordinaria, imprevisible e irresistible, que impidan a alguna de ellas cumplir con las obligaciones a su cargo o causen su cumplimiento parcial, tardío o defectuoso. El suceso deberá estar fuera del control razonable de la Parte que invoque la causal, la cual, a pesar de todos los esfuerzos razonables para prevenirlos o mitigar sus efectos, no puede evitar que se configure la situación de incumplimiento. Entre otros eventos se encuentran, las siguientes situaciones:
 - i. Cualquier acto de guerra externa, interna o civil (declarada o no declarada), invasión, conflicto armado, bloqueo, revolución, motín, insurrección, conmoción civil o actos de terrorismo que impida el cumplimiento de cualquiera de las obligaciones del presente Contrato.
 - ii. Aquellos paros o huelgas generales de trabajadores, protestas, actos de violencia o de fuerza realizadas por organizaciones comunales, sociales o políticas, o manifestaciones públicas de gran envergadura que afecten



directamente al CONCESIONARIO por causas ajenas a su voluntad que no le sean imputables y que vayan más allá de su control razonable.

- iii. La eventual confiscación, requisa, o destrucción total o parcial de la infraestructura de la Concesión y su imposibilidad de recuperación, ocasionados por orden de cualquier autoridad pública, por causas no imputables al CONCESIONARIO, que afecten gravemente la ejecución del Contrato impidiendo al CONCESIONARIO cumplir con las obligaciones a su cargo.
 - iv. Cualquier terremoto, inundación, huracán, tornado, maremoto, tifón, ciclón, tormenta eléctrica, incendio, explosión, o evento similar, siempre que afecte de manera directa total o parcialmente los Bienes de la Concesión.
 - v. Destrucción parcial de los Bienes de la Concesión por un evento externo no imputable al CONCESIONARIO, cuya reparación demande una inversión superior al diez por ciento (10%) del Presupuesto Referencial.
 - vi. Aquellos descubrimientos de restos arqueológicos que sean de una magnitud tal que impidan al CONCESIONARIO cumplir en forma definitiva con las obligaciones a su cargo.
 - vii. Cualquier accidente producido en la vía férrea que requiera la presencia de un representante del ministerio público y que imposibilite la prestación del Servicio.
- b) Destrucción o afectación parcial de los Bienes de la Concesión por causas no imputables a las Partes, de manera que imposibilite el Servicio de manera permanente.
 - c) Acuerdo entre las Partes, derivado de circunstancias distintas a las referidas en el Literal anterior, en cuyo caso será necesario contar con la previa opinión del REGULADOR.
 - d) Los demás casos expresamente previstos en el presente Contrato.

Procedimiento para la Declaración de Suspensión

19.2 A excepción de la causal mencionada en el Literal c) de la Cláusula 19.1, si una de las Partes no puede cumplir las obligaciones que se le imponen por el presente Contrato, debido a alguno de los eventos señalados en dicha Cláusula, dentro de los siete (07) Días de producido el evento, tal Parte presentará su solicitud de suspensión a la otra Parte y al Regulador, adjuntando un Informe Técnico – Legal, el cual deberá fundamentar como mínimo:

- a) La ocurrencia del evento.
- b) La fecha de inicio del plazo de suspensión.
- c) El plazo estimado de la suspensión total o parcial de las obligaciones.
- d) El grado de impacto previsto, detalles de tal evento, la obligación o condición afectada.
- e) Las medidas de mitigación adoptadas.
- f) Otras acciones derivadas de estos acontecimientos.



- g) Propuesta de régimen de seguros, de garantías contractuales y de otras obligaciones cuyo cumplimiento no se vea perjudicado directamente por el evento.
- 19.3 En un plazo no mayor a cinco (05) Días contados desde la fecha de comunicación de la solicitud de suspensión, la Parte que la haya recibido deberá remitir su opinión a la otra Parte y al Regulador, en caso contrario se entenderá que ésta es favorable.
- 19.4 De existir controversia sobre la opinión emitida, la Parte afectada estará facultada a recurrir al procedimiento de Solución de Controversias previsto en la Sección XVI.
- 19.5 De no existir controversia o de haberse resuelto la misma, en un plazo no mayor a tres (03) Días contados desde la fecha de emisión de la opinión de la otra Parte, o vencido el plazo para emitirla, o resuelta la controversia, el Regulador deberá declarar la Suspensión de las Obligaciones y en caso corresponda, la Suspensión temporal de la Concesión, estableciendo las condiciones, de conformidad con las facultades que le corresponden según las Leyes y Disposiciones Aplicables.
- 19.6 Adicionalmente, la Parte que se vea afectada por un evento deberá informar a la otra Parte sobre:
- i) Los hechos que constituyen dicho evento, dentro de las siguientes veinticuatro (24) horas de haber ocurrido o haberse enterado, según sea el caso; y
 - ii) El periodo estimado de restricción total o parcial de sus actividades y el grado de impacto previsto. Adicionalmente, deberá mantener a la otra Parte informada del desarrollo de dichos eventos.

Efectos de la Declaración de Suspensión.

Una vez declarada la Suspensión de Obligaciones se considerará lo siguiente:

- 19.7 Los plazos estipulados para el cumplimiento de las obligaciones, así como el Plazo de la Concesión, en caso corresponda, quedarán automáticamente suspendidos desde la ocurrencia del evento y hasta el levantamiento de la suspensión por parte del Regulador.
- 19.8 El incumplimiento de obligaciones producido a consecuencia de los supuestos indicados en la presente Sección, no será sancionado con las penalidades establecidas en el presente Contrato conforme a los términos y condiciones previstos.
- 19.9 El evento no liberará a las Partes del cumplimiento de las obligaciones que no hayan sido suspendidas, a las cuales se les podrá aplicar las penalidades establecidas en caso corresponda. Asimismo, no liberará al CONCESIONARIO de la aplicación de penalidades por los incumplimientos producidos con anterioridad al evento que motivó la declaración de suspensión. En caso que la solicitud de suspensión no sea aprobada se aplicarán al CONCESIONARIO las penalidades correspondientes de manera retroactiva.
- 19.10 Una vez que el Regulador disponga el reinicio de la exigibilidad de las obligaciones materia de suspensión, elevará el acta correspondiente dejando



constancia de la fecha de reinicio, el plazo de duración de la suspensión, entre otras consideraciones.

- 19.11 En caso que la Suspensión de Obligaciones recaiga sobre la totalidad de las prestaciones a cargo del CONCESIONARIO corresponderá la Suspensión temporal de la Concesión.

La Suspensión del Plazo de la Concesión dará derecho al CONCESIONARIO a la ampliación del Plazo de la Concesión por un período equivalente al declarado por el Regulador, debiendo las Partes acordar un nuevo cronograma en el cumplimiento de las obligaciones, cuando ello resultare necesario.

- 19.12 Las Partes deberán hacer sus mejores esfuerzos para asegurar la reiniciación del cumplimiento de sus obligaciones en el menor tiempo posible después de la ocurrencia de dichos eventos.
- 19.13 En caso la Suspensión de Obligaciones a que se refieren los literales a) y b) de la Cláusula 19.1, se extienda por más de noventa (90) Días Calendario, contados desde la respectiva declaración, cualquiera de las Partes podrá invocar la Caducidad de la Concesión, la misma que se regirá por las reglas de la Sección XV.

SECCION XXI: DOMICILIOS

Fijación de Domicilios

- 21.1 Salvo pacto expreso en sentido contrario que conste en el Contrato, todas las notificaciones, citaciones, peticiones, demandas y otras comunicaciones relacionadas con el Contrato, deberán realizarse por escrito y se considerarán válidamente realizadas cuando cuenten con el respectivo cargo de recepción o cuando sean enviadas por courier o por fax, una vez verificada su recepción, a las siguientes direcciones:

Si va dirigida al CONCEDENTE:

Nombre: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Dirección: Jirón Zorritos N° 1203 Cercado de Lima, Lima - Perú
Atención: Sr. Ministro de Transportes y Comunicaciones

Si va dirigida al CONCESIONARIO:

Nombre: (...)
Dirección: (...)
Atención: (...)

Si va dirigida al Regulador:

Nombre: (...)
Dirección: (...)
Atención: (...)



Cambios de domicilio

21.2 Todo cambio de domicilio deberá ser comunicado por escrito a la otra Parte y al Supervisor con un plazo de anticipación de quince (15) Días Calendario. Cualquier nuevo domicilio deberá encontrarse dentro de la ciudad de Lima y ser fijado cumpliendo los requisitos de la Cláusula precedente.

En fe de lo cual, el presente Contrato es debidamente suscrito en cinco (5) ejemplares de idéntico tenor, en la ciudad de Lima a los (...) días del mes de (...) de (...), por el CONCESIONARIO y por el CONCEDENTE.

EL CONCEDENTE

EL CONCESIONARIO



ANEXO 1

DECLARACIÓN JURADA DEL SOCIO ESTRATÉGICO

Por medio del presente, el Socio Estratégico, debidamente representado por (...), identificado con (...), con domicilio en (...), en el marco del Contrato de Concesión de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, (el "Contrato") suscrito entre el CONCESIONARIO y CONCEDENTE, que a la fecha de suscripción del presente documento las siguientes declaraciones a que se refieren los Literales a), b), c), d), e), de este documento son ciertas, correctas y completas, conforme se indica a continuación, así como asume directamente frente al CONCEDENTE las obligaciones a que se refieren los Literales f), g), h), i) y j) de este documento. Las palabras indicadas en mayúsculas tendrán el significado indicado en el Contrato.

a) Constitución y validez

El Socio Estratégico declara ser una sociedad válidamente existente conforme a las leyes de su país de origen.

b) Autorización, firma y efecto

El Socio Estratégico declara que, el cumplimiento de las obligaciones que asume en virtud del Contrato, están comprendidas dentro de sus facultades y han sido debidamente autorizadas por su respectivo directorio u otros órganos similares, autorizándolo a la suscripción de la presente declaración jurada.

Adicionalmente, declara que el Contrato constituye una obligación válida, vinculante y exigible para él.

c) Litigios

El Socio Estratégico declara que no tiene constancia ni ha sido formalmente notificado de demandas, denuncias, juicios, arbitrajes u otros procedimientos legales en curso, ni sentencias, ni decisiones de cualquier clase no ejecutadas, en el Perú o en el extranjero, que tengan por objeto prohibir o de otra manera impedir o limitar el cumplimiento de los compromisos u obligaciones que asume en virtud del Contrato.

d) De la contratación

El Socio Estratégico declara y reconoce expresamente que ha logrado dicha condición en función al cumplimiento de los requisitos técnicos y financieros establecidos en las Bases del Concurso.

El Socio Estratégico declara que no tiene impedimento ni está sujeto a restricción (por vía contractual, judicial, arbitral, legal o cualquier otra) para celebrar contratos con el Estado conforme a las Leyes Aplicables y para asumir y cumplir con todas y cada una de las obligaciones que le corresponden o pudieran corresponder conforme a las Bases y el Contrato.

Asimismo, el Socio Estratégico declara que, no tienen impedimento de contratar conforme a lo normado por el artículo 1366 del Código Civil, el artículo 27 del TUO, y no se encuentra sancionado administrativamente con inhabilitación temporal o permanente en el ejercicio de sus derechos para contratar con el Estado.

e) Conocimiento del Contrato



El Socio Estratégico declara y reconoce expresamente que conoce los términos y condiciones del Contrato.

f) Responsabilidad del Socio Estratégico

El Socio Estratégico y sus accionistas, a partir de la Fecha de Cierre, deberán comprometerse a:

- o Mantener la Participación Mínima en el CONCESIONARIO durante todo el plazo de la Concesión. En tal sentido, deberá oponerse, a cualquier moción que presente un accionista o socio del CONCESIONARIO que proponga un aumento del capital social respecto del cual el Socio Estratégico no esté en capacidad de ejercer su derecho de suscripción preferente que le permita, cuando menos, seguir manteniendo la Participación Mínima en el CONCESIONARIO.

g) Renuncia a inmunidad diplomática

El Socio Estratégico renuncia de manera expresa, incondicional e irrevocable a invocar o ejercer cualquier privilegio o inmunidad, diplomática u otra, o reclamo por la vía diplomática que pudiese ser invocado por o contra la MML o sus dependencias, PROINVERSIÓN, el CONCEDENTE, los Asesores, el Estado o sus dependencias, bajo las Leyes Aplicables o bajo cualquier otra legislación que resulte aplicable, con respecto a cualquiera de las obligaciones que le correspondan o pudieran corresponder conforme a las Bases, la Propuesta Técnica, la Propuesta Económica y al Contrato.

h) Confidencialidad

El Socio Estratégico se obliga a guardar confidencialidad sobre la información de naturaleza reservada que con tal carácter le hubiere sido suministrada durante el Concurso, o aquella a cuya reserva obligan las Leyes Aplicables.

i) Temas societarios y otros

El Socio Estratégico se compromete a:

- o Ajustar su conducta en las juntas generales del CONCESIONARIO de modo tal que facilite con su voto los acuerdos y decisiones del máximo órgano de la sociedad a favor de los asuntos vinculados con la cabal ejecución del Contrato.
- o No impedir con sus actos u omisiones que el CONCESIONARIO desarrolle normalmente sus actividades y en especial aquellas que impliquen la ejecución del Contrato.
- o Asumir las obligaciones, responsabilidad y garantías que le corresponda conforme a este Contrato y demás convenios vinculados.
- o Velar por el cumplimiento de lo establecido en la cláusula 14.4 del Contrato, así como en el Apéndice 1 del Anexo 3 de las Bases, referidos a las disposiciones contractuales a ser incluidas en los contratos que suscriba el CONCESIONARIO, con el Constructor, el Proveedor de Equipamiento de Sistema, el Proveedor de Material Rodante, el Operador o el Asesor Técnico en Operación, según corresponda.



j) Solución de Controversias

El Socio Estratégico se obliga a someter cualquier controversia que pudiera surgir, a lo establecido en la Sección XVI del Contrato.

Para efectos del presente documento, todas las notificaciones, citaciones, peticiones, demandas y otras comunicaciones relacionadas con el Contrato, deberán realizarse por escrito y se considerarán válidamente realizadas cuando cuenten con el respectivo cargo de recepción o cuando sean enviadas por courier o por fax, una vez verificada su recepción, a la siguiente dirección del Socio Estratégico:

Nombre: (...)
Dirección: (...), Lima - Perú
Atención: (...)

En el caso del CONCESIONARIO y el CONCEDENTE, la dirección será la que se establece en la Cláusula 21.1 del Contrato.

Todo cambio del domicilio del Socio Estratégico deberá ser comunicado por escrito al CONCEDENTE y al Supervisor con un plazo de anticipación de quince (15) Días Calendario. Cualquier nuevo domicilio deberá encontrarse dentro de la ciudad de Lima y ser fijado cumpliendo los requisitos indicados anteriormente.

Lugar y fecha:....., de de 20...

Entidad:
Socio Estratégico

Nombre y Firma del Representante Legal del Socio Estratégico



ANEXO 2
TESTIMONIO DE LA ESCRITURA PÚBLICA DE CONSTITUCIÓN SOCIAL Y
ESTATUTO DEL CONCESIONARIO



**ANEXO 3
PROPUESTAS DEL ADJUDICATARIO**

**APÉNDICE 1
PROPUESTA TÉCNICA**



**ANEXO 3
PROPUESTAS DEL ADJUDICATARIO**

**APÉNDICE 2
PROPUESTA ECONÓMICA**



**ANEXO 4
GARANTÍAS**

**APÉNDICE 1
GARANTÍA DE FIEL CUMPLIMIENTO DE CONTRATO DE CONCESIÓN**

Lima, de de 201....

Señores
Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Presente.-

Ref.: Carta Fianza No.....
Vencimiento:.....

De nuestra consideración:

Por la presente y a la solicitud de nuestros clientes, señores (nombre de la persona jurídica) (en adelante "el CONCESIONARIO") constituimos esta fianza solidaria, irrevocable, incondicional y de realización automática, sin beneficio de excusión, ni división, hasta por la suma de a favor del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para garantizar el correcto y oportuno cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones a cargo del CONCESIONARIO, derivadas de la celebración del Contrato de Concesión de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao (en adelante "el Contrato").

La presente Fianza también garantizará el correcto y oportuno cumplimiento de las obligaciones a cargo del CONCESIONARIO establecidas en virtud de las disposiciones contenidas en el Texto Único Ordenado de normas con rango de ley que regulan la entrega en concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos aprobado mediante Decreto Supremo No. 059-96-PCM.

Para honrar la presente Fianza a favor de ustedes bastará un requerimiento escrito por conducto notarial del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN), la cual deberá estar firmada por el Presidente de su Consejo Directivo o alguna persona debidamente autorizada por este organismo. El pago se hará efectivo dentro de las 24 horas siguientes a su requerimiento en nuestras oficinas ubicadas en

Toda demora de nuestra parte para honrarla devengará un interés equivalente a la LIBOR máxima más un margen (spread) de 2%. La LIBOR será la establecida por el Cable Reuter diario a las 5:00 p.m., hora Londres, debiendo devengarse los intereses a partir de la fecha en que se ha exigido su cumplimiento y hasta la fecha efectiva de pago.

Nuestras obligaciones bajo la presente Fianza, no se verán afectadas por cualquier disputa entre ustedes y nuestros clientes.

Esta Fianza estará vigente desde el de de 20..., hasta el de de 20..., inclusive.

Atentamente,



Firma
Nombre
Entidad Bancaria



**ANEXO 4
GARANTÍAS**

**APÉNDICE 2
GARANTÍA DE FIEL CUMPLIMIENTO DE OBRAS**

Lima, de de 201....

Señores
Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Presente.-

Ref.: Carta Fianza No.....

Vencimiento:.....

De nuestra consideración:

Por la presente y a la solicitud de nuestros clientes, señores (nombre de la persona jurídica) (en adelante "el CONCESIONARIO") constituimos esta fianza solidaria, irrevocable, incondicional y de realización automática, sin beneficio de excusión, ni división, hasta por la suma de a favor del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para garantizar el correcto y oportuno cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones a cargo del CONCESIONARIO, derivadas de la celebración del Contrato de Construcción y el Contrato de Provisión Equipamiento de Sistema del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao".

Para honrar la presente Fianza a favor de ustedes bastará un requerimiento escrito por conducto notarial del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN), la cual deberá estar firmada por el Presidente de su Consejo Directivo o alguna persona debidamente autorizada por este organismo. El pago se hará efectivo dentro de las 24 horas siguientes a su requerimiento en nuestras oficinas ubicadas en

Toda demora de nuestra parte para honrarla devengará un interés equivalente a la LIBOR máxima más un margen (spread) de 2%. La LIBOR será la establecida por el Cable Reuter diario a las 5:00 p.m., hora Londres, debiendo devengarse los intereses a partir de la fecha en que se ha exigido su cumplimiento y hasta la fecha efectiva de pago.

Nuestras obligaciones bajo la presente Fianza, no se verán afectadas por cualquier disputa entre ustedes y nuestros clientes.

Esta Fianza estará vigente desde el de de 20..., hasta el de de 20..., inclusive.

Atentamente,

Firma
Nombre
Entidad Bancaria



**ANEXO 4
GARANTÍAS**

**APÉNDICE 3
GARANTÍA DE FIEL CUMPLIMIENTO DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE**

Lima, de de 201....

Señores
Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Presente.-

Ref.: Carta Fianza No.....
Vencimiento:.....

De nuestra consideración:

Por la presente y a la solicitud de nuestros clientes, señores (nombre de la persona jurídica) (en adelante "el CONCESIONARIO") constituimos esta fianza solidaria, irrevocable, incondicional y de realización automática, sin beneficio de excusión, ni división, hasta por la suma de a favor del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para garantizar el correcto y oportuno cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones a cargo del CONCESIONARIO, derivadas de la celebración del Contrato de Provisión de Material Rodante "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao".

Para honrar la presente Fianza a favor de ustedes bastará un requerimiento escrito por conducto notarial del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN), la cual deberá estar firmada por el Presidente de su Consejo Directivo o alguna persona debidamente autorizada por este organismo. El pago se hará efectivo dentro de las 24 horas siguientes a su requerimiento en nuestras oficinas ubicadas en

Toda demora de nuestra parte para honrarla devengará un interés equivalente a la LIBOR máxima más un margen (spread) de 2%. La LIBOR será la establecida por el Cable Reuter diario a las 5:00 p.m., hora Londres, debiendo devengarse los intereses a partir de la fecha en que se ha exigido su cumplimiento y hasta la fecha efectiva de pago.

Nuestras obligaciones bajo la presente Fianza, no se verán afectadas por cualquier disputa entre ustedes y nuestros clientes.

Esta Fianza estará vigente desde el de de 20..., hasta el de de 20..., inclusive.

Atentamente,

Firma
Nombre
Entidad Bancaria



ANEXO 5
RÉGIMEN FINANCIERO

APÉNDICE 1
PROCEDIMIENTO PARA LA RETRIBUCIÓN DE INVERSIONES OBLIGATORIAS

I. PRIMERA ETAPA

1.1. Pago por Avances de Obra (PPO)

El PPO, será reconocido mediante los Hitos de Obra y se dividen a su vez en Avances de Obra.

Al término de cada Avance de Obra, el CONCESIONARIO deberá determinar y presentar la solicitud de Pago por Obra conforme al siguiente procedimiento:

- i. Se determinará la proporción que representa el Avance de Obra al Hito respectivo.
- ii. El Pago por Obra del Avance de Obra será el porcentaje obtenido del Numeral precedente multiplicado por el Presupuesto de Obra o ajustado conforme aplique.
- iii. El Regulador deberá emitir un Informe del Avance de Obra y remitirlo al CONCEDENTE, a más tardar a los siete (07) Días de presentada la solicitud del Pago por Obra del Avance de Obra por parte del CONCESIONARIO, ello en caso de no emitir observaciones durante el plazo antes indicado. Luego el CONCEDENTE, en un plazo de dos (02) Días, instruirá al Fideicomiso a fin que realice el correspondiente Pago por Obra, en un plazo no mayor a siete (07) Días siguientes de comunicada la autorización.
- iv. Si el Regulador tuviera observaciones, entonces deberá señalar el valor observado como un porcentaje del Presupuesto Referencial de Avance de Obra del Hito de Obra (%Obs) correspondiente, hasta con dos decimales.

Como consecuencia el CONCEDENTE pagará un Pago por Obra (PPO) establecido en la Cláusula 10.3 menos la parte observada:

$$\text{PPO} * (1-\% \text{Obs}).$$

El PPO resultante de dicha operación será liquidado conforme a lo indicado en el Literal iii) precedente.

- v. El pago de la parte observada del PPO de la parte observada se realizará al levantamiento de las observaciones señaladas por parte del CONCESIONARIO y al momento que se realice la Liquidación del Hito de Obra. El plazo previsto para el levantamiento de dichas observaciones será de (....) Días.
- vi. La liquidación de todos los Avances de Obra se regirán bajo el procedimiento antes descrito.
- vii. Al término y recepción del Hito de Obra correspondiente se realizará la respectiva liquidación, realizándose los ajustes al valor del mismo como resultado del pago de los Avances de Obra que correspondan, de acuerdo a las cláusulas de Ajuste por Precios, Ajuste por Interferencias, Ajuste por Expropiaciones y Ajustes por Riesgo Geológico indicados en el numeral III del presente Apéndice.



- viii. El Hito de Obra deberá liquidarse conforme a lo establecido y aprobado en el EFR de Obra respectivo, pudiendo el Regulador solicitar el levantamiento de observaciones realizadas respecto a la ejecución del Hito de Obra según lo aprobado en el EDI. Para ello el CONCESIONARIO tendrá 10 Días para poder subsanar las observaciones realizadas, sin perjuicio de aplicar las penalidades respectivas.
- ix. La liquidación final del Hito de Obra se realizará una vez levantadas todas las observaciones, contando para ello con la opinión favorable del Regulador y con la aprobación respectiva del CONCEDENTE Tanto el Regulador como el CONCEDENTE contarán con 10 Días para emitir su pronunciamiento.
- x. La liquidación de pagos o deducciones a que se refiere el Literal anterior, se realizarán luego del levantamiento de todas las observaciones de las Obras. En caso corresponda algún pago por el Hito de Obra derivado de la liquidación, el CONCEDENTE autorizará el desembolso, para lo cual deberá instruir al Fideicomiso para que realice el pago de los importes pendientes de pago del Hito de Obra liquidado.
- En caso que corresponda a alguna deducción al Hito de Obra liquidado y ejecutado, se le restará en la siguiente pago del PPO de Hito de Obra liquidado.
- xi. Si el CONCESIONARIO no realiza la subsanación de las observaciones dentro del plazo máximo señalado excede los 30 Días del término de Hito de Obra y las observaciones no superan el 5% del valor del Hito de Obra, se procederán a realizar los ajustes dejando pendiente la parte observada. Si los ajustes resultasen en valorizaciones que signifiquen desembolsos adicionales respecto a lo pagado por el CONCEDENTE por concepto de PPO, este realizará un pago adicional denominado PPO de Ajustes (PPO_{Ajuste}) que se realizará en los siguientes 10 Días de emitido el informe y por la parte que corresponde en cada oportunidad.
- xii. Si los ajustes resultasen en valorizaciones que signifiquen deducciones respecto a lo pagado por el Concedente por concepto de PPO, el Concedente deducirá el pago del siguiente PPO al cual está comprometido. Si no hubiese un siguiente PPO, requerirá al Concesionario la devolución de la deducción de valor.
- xiii. Luego de la liquidación final se emitirá un Certificado de Avance de Obra que contendrá la identificación del Hito de Obra, el Porcentaje de Avance, el PPO –suma de los PPOs de los Avances de Obra, el PPO de Ajustes correspondientes al Hito de Obra, el Pago por Interferencias y el Pago por Expropiaciones-.
- xiv. Adicionalmente se formalizará el otorgamiento del Derecho de Concesión por el Valor del Certificado.

Es posible que en el Cronograma de Obras se contemple la ejecución de Hitos de Obra en paralelo, por lo que los conceptos y procedimientos pertinentes contenidos en las cláusulas anteriores se aplican de manera individual por cada Hito de Obra, es decir que podría pagarse más de un Pago Por Obra por cada Hito de Obra que se ejecute en simultáneo de programarse Hitos de Obras en paralelo.

La Carta Fianza de Fiel Cumplimiento de Obra respalda cualquier posible incumplimiento por parte del CONCESIONARIO, incluyendo observaciones, devoluciones y penalidades, entre otros conceptos.



Disponibilidad para el desembolso del PPO

- a. A los 60 Días Calendario posteriores a la Fecha de Cierre, el CONCEDENTE depositará en el Fideicomiso el presupuesto programado de ejecución de los primeros seis (06) meses de Obra que se estableció en el Presupuesto Referencial o en su defecto, tener comprometido los desembolsos de la Entidad Financiera que financiará el pago del PPO por parte del CONCEDENTE, los cuales serán depositados al Fideicomiso, cuando corresponda cumplir con el pago del PPO correspondiente.
- b. Luego de las aprobaciones de los Informes de Avance de Obra, por parte del CONCEDENTE, éste instruirá al Fideicomiso para que se efectuen los pagos a favor del CONCESIONARIO por concepto de PPO. Estos pagos se realizarán considerando lo siguiente:
 - a. El Regulador solamente puede considerar que se debe incluir en el pago por concepto de PPO aquello que efectivamente ha sido aprobado por el CONCESIONARIO, de acuerdo a la documentación entregada al Regulador.
 - b. En caso el monto informado por el Regulador sea menor que el monto presupuestado, el monto a pagar será aquel informado por el Regulador.
 - c. En caso el monto informado por el Regulador sea mayor o igual que el monto presupuestado se pagará el PPO hasta donde el presupuestado alcance.
- c. Los montos del PPO de cada Avance de Obra serán definidos considerando lo siguiente:
 - b. En caso el monto informado por el Regulador sea menor que el monto presupuestado, el monto a pagar será aquel informado por el Regulador.
 - c. En caso el monto informado por el Regulador sea mayor o igual que el monto presupuestado se pagará el PPO hasta donde el presupuestado alcance.
- d. Los montos por concepto de PPO se considerarán irrevocables desde el momento en que el Regulador emita su Informe de Avance. Se pagarán de acuerdo a los montos consignados en dicho informe. No obstante, el CONCEDENTE puede hacer ajustes a lo informado por el Regulador en el siguiente Avance de Obra o en la Liquidación del Hito respectivo, en caso detecte alguna diferencia, estableciendo las deducciones que hubiese lugar que reducirán los pagos del PPO siguiente o del PPO de Liquidación del Hito de Obra respectivo.
- e. Al culminar la liquidación del Hito de Obra correspondiente se considerará que el último PPO establece la irrevocabilidad de este pago.
- f. En caso se presente un retraso en los pagos por parte del CONCEDENTE, este se compromete a hacer un pago adicional por concepto de interés moratorio, de acuerdo al procedimiento establecido en el Numeral 7.6 del Apéndice 5 presente Anexo. Dicho pago adicional se efectuará conjuntamente con el pago por liquidación del Hito de Obra correspondiente.



1.2. Pago por Material Rodante (PPMR)

El PPMR, será reconocido mediante los Hitos de Material Rodante, para lo cual el CONCESIONARIO deberá determinar y presentar la solicitud de Pago por Obra conforme al siguiente procedimiento:

- a. Las órdenes de compra del Proveedor de Material Rodante podrá ser considerada un Hito de Material Rodante, el mismo que podrá ser hasta un 40% del PPMR total.

- b. Las entregas parciales de Material Rodante podrán también considerarse Hitos de Material Rodante, sin embargo se retendrá al CONCESIONARIO el 30% del PPMR contra el correcto funcionamiento del total de Material Rodante para la Primera Etapa.
- c. La suma de Pagos por Material Rodante (PPMR) de la Primera Etapa no podrá superar el Presupuesto Referencial del Material Rodante de la Primera Etapa, presentado con el EDI de Material Rodante a que se refiere la Cláusulas 6.8 a 6.18..
- d. El CONCESIONARIO presentará la solicitud de pago de PPMR de un Hito de Material Rodante al CONCEDENTE, con copia al Regulador. A su vez el Regulador deberá emitir su autorización de pago del PPMR y remitirla al CONCEDENTE a más tardar los los siete (07) Días de presentada la solicitud del PPMR por parte del CONCESIONARIO, ello en caso no existan observaciones al mismo. Luego el CONCEDENTE, en un plazo de dos (02) Días, instruirá al Fideicomiso a fin que realice el correspondiente PPMR, en un plazo no mayor a siete (07) Días siguientes de comunicada la autorización.
- e. El Hito de Material Rodante deberá liquidarse conforme a lo establecido y aprobado en el EFR correspondiente al Material Rodante respectivo, pudiendo el Regulador solicitar el levantamiento de observaciones realizadas respecto a la ejecución del Hito de Material Rodante según lo aprobado en el EDI. Para ello el CONCESIONARIO tendrá 10 Días para poder subsanar las observaciones realizadas, sin perjuicio de aplicar las penalidades respectivas.
- f. Luego de la liquidación final se emitirá un Certificado de Avance de Obra que contendrá la identificación del Hito de Material Rodante, el porcentaje de avance, el PPMR y la suma de los PPMRs.

Sin perjuicio de lo anterior la Carta Fianza de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante cubrirá cualquier inconveniente con los desembolsos, el suministro, observaciones, deducciones o penalidades o cualquier otro inconveniente que se presentase hasta la puesta en marcha del Material Rodante de la Primera Etapa.

Disponibilidad para el desembolso de Pago por Material Rodante (PPMR) de la Primera Etapa.

- a. A los sesenta (60) Días Calendario posteriores a la Fecha de Cierre, el CONCEDENTE depositará en el Fideicomiso el presupuesto programado de al menos el setenta por ciento (70%) de la orden de compra de Material Rodante indicada en el Presupuesto Referencial o en su defecto, tener comprometido los desembolsos de la Entidad Financiera que financiará el pago del PPMR por parte del CONCEDENTE, los cuales serán depositados al Fideicomiso, cuando corresponda cumplir con el pago del PPMR correspondiente.
- b. En las fechas previstas para el Informe de Avance del Regulador se efectuarán los pagos a favor del CONCESIONARIO por concepto de PPMR instruyendo de esta manera al Fideicomiso. Estos pagos se realizarán de acuerdo a lo siguiente:



- a. El Regulador solamente puede considerar que se debe incluir en el pago por concepto de PPMR aquello que efectivamente ha sido aprobado por el CONCEDENTE de acuerdo a la documentación entregada al Regulador.
- b. Se considerará falta grave y causal de resolución de contrato la entrega de información falsa o que conlleve al pago del PPMR sin haber cumplido con los requisitos señalados.
- c. En caso se presente un retraso en los pagos por parte del CONCEDENTE, este se compromete a hacer un pago adicional por concepto de interés moratorio, de acuerdo a procedimiento establecido en el Apéndice 5 del presente Anexo. Dicho pago adicional se efectuará conjuntamente con el pago por liquidación correspondiente.

II. **SEGUNDA ETAPA**

2.1. **Sistema de Retribución por Inversiones en Obras (RPI)**

El mecanismo de pago a través del RPI será utilizado para reconocer las Inversiones Obligatorias de la Segunda Etapa, será reconocido mediante los Hitos de Obra y se dividen a su vez en Avances de Obra.

La Segunda Etapa se iniciará de acuerdo a lo indicado en la Cláusula 6.24 a 6.26 del presente Contrato. El Presupuesto Referencial Total por Hito de Obra y de sus correspondientes presupuestos de cada Avance de Obra que forman parte del Hito de Obra se deberán establecer el EFR.

En el Estudio de Factibilidad Revisado el CONCESIONARIO ha organizado los Hitos de Obra y un cronograma de Avances de Obra, estableciendo los Presupuestos Referenciales por Hitos de Obra y los Presupuestos Referenciales por Avance de Obra correspondiente a cada Hito de Obra.

El cronograma de Avances de Obras de los Hitos de Obra considerados en el Sistema de Retribución por Inversiones deberá ser presentada considerando el término de la Obra en la fecha determinada en el EFR al cual se refiere las Cláusulas 6.8 a 6.18 del presente Contrato.

Los Avances de Obra tienen una programación trimestral donde se señalan las partidas presupuestales que contienen y el Presupuesto Referencial de Avance de Obra. Al término del Avance de Obra, pero no antes del trimestre, el CONCESIONARIO solicitará al Regulador la certificación de la inversión en un Avance de Obra por un determinado Hito de Obra en ejecución.

El CONCESIONARIO deberá emitir un Reporte del Avance de Obra por partidas presupuestales contenidas en el Presupuesto Referencial de Avance de Obra, el cual deberá ser aprobado por el CONCEDENTE y por el Regulador. Los Avances de Obra no podrán ser inferiores a _____ por ciento (___%).

Los Reportes de Avance de Obra a que se refiere el párrafo precedente deberán ser presentados por el CONCESIONARIO al CONCEDENTE, con copia al Regulador, dentro de los tres (3) Días siguientes a la culminación del trimestre correspondiente al reporte. El Regulador tendrá un plazo no mayor de diez (10) Días para revisar dicho documento y verificar que los componentes y partidas se



hayan ejecutado conforme a la Propuesta Técnica y EFR, luego de lo cual el CONCESIONARIO entregará al CONCEDENTE el informe respectivo. El CONCEDENTE en un plazo no mayor de diez (10) Días, contados desde la recepción del informe del Regulador, deberá proceder, de acuerdo al informe del Regulador, conforme a lo siguiente: (i) aprobar el Reporte de Avance de Obra en caso encontrarse conforme o; (ii) solicitar al CONCESIONARIO la subsanación de observaciones, en el plazo máximo de diez (10) Días.

Con la presentación y aprobación del Reporte de Avance de Obra por CONCEDENTE, se procederá a dar inicio a la emisión del CAO, que reconoce la inversión realizada, conforme a lo indicado en el Apéndice 2 del presente Anexo.

Al término y recepción del Hito de Obra correspondiente, se realizará su respectiva liquidación, realizándose los ajustes de valor que correspondan de acuerdo a las cláusulas de Ajuste por Precios Ajuste por Interferencias, Ajuste por Expropiaciones. El CONCEDENTE a través del Regulador requerirá el levantamiento de observaciones a la ejecución del Hito de Obra según lo aprobado en el EDI, estableciendo los plazos máximos para la remediación de lo observado, sin perjuicio de aplicar las penalidades respectivas.

La liquidación final se realizará una vez levantadas todas las observaciones.

La Carta Fianza de Fiel Cumplimiento de Obras respalda cualquier posible incumplimiento por parte del CONCESIONARIO, incluyendo observaciones, devoluciones y penalidades, entre otros conceptos.

2.2. Liquidación del Hito de Obra

Para efectuar la liquidación del Hito de Obra, se deberá tener todas las observaciones levantadas para proceder a emitir un CAO por Ajustes y Liquidación (CAO-AL). Este CAO-AL se pagará de manera trimestral por inversiones (aRPI) que es un % adicional sobre el RPI o del RPI-CAO, de acuerdo a lo expresado en el siguiente procedimiento:

- a. El valor del CAO-AL se llevará a un periodo trimestral anterior al inicio de pagos del RPI o del RPI-CAO, actualizado a la una tasa de descuento.
- b. Se encontrará la aRPI del CAO-AL respectivo mediante la fórmula de pagos que dé un pago trimestral calculado con la tasa de descuento, el número de periodos y el valor del CAO-AL actualizado, utilizando la fórmula siguiente:
- c. Luego de la liquidación se emitirá un Certificado de Avance de Obra Ajustes y Liquidación (CAO-AL) que contendrá la identificación de los Avances de Obras por Hito de Obra y el valor de los ajustes realizados según las cláusulas de ajuste, así como el valor total reconocido.

2.3. Sistema de Retribución por Inversiones en Material Rodante (RPI – MR)

La provisión de Material Rodante de la Segunda Etapa será reconocida por el CONCEDENTE a través del mecanismo de pago a través del RPI, mediante los Hitos de Material Rodante.



El CONCEDENTE ha establecido los alcances de la Provisión de Material Rodante, los mismos que consideran que el CONCESIONARIO deberá proveer una cantidad de trenes no menor a(...) trenes para la Segunda Etapa.

Asimismo, el CONCESIONARIO presentará el EFR, el Plan de Desarrollo de los EDIs y los Cronogramas de Adquisición y suministro de Material Rodante correspondientes a la Segunda Etapa.

El cronograma de adquisición y suministro del Material Rodante de la Segunda Etapa establecerá las fechas de los correspondiente suministros de Material Rodante. Este cronograma de adquisición y suministro de Material Rodante deberá ser ejecutado conforme a lo establecido en la Cláusula 6.29 del presente Contrato.

Mecanismo de pago del RPI - MR

- a. El CONCESIONARIO informará el inicio de la adquisición y suministro del Material Rodante de la Segunda Etapa y deberá ser aquella que permita su puesta en marcha de acuerdo a lo indicado en la Cláusula 6.51 y siguientes del Contrato.
- b. Para dar inicio al proceso de adquisición del Material Rodante para la Segunda Etapa, el Regulador verificará que las órdenes de compra son concordantes con lo aprobado por el CONCEDENTE en el EDI del Material Rodante.

2.4. Suspensión de pagos y Penalidades por Provisión de Material Rodante

El Regulador deberá verificar la validez de los comprobantes de pago que presente el CONCESIONARIO y solicitar la subsanación de alguna observación. De encontrarse problemas que dificulten el suministro y operación del Material Rodante en las condiciones establecidas observará el valor comprometido. El CONCEDENTE pagará o certificará la parte no observada.

El CONCESIONARIO podrá solicitar el pago o la certificación de la parte observada por el Supervisor si respalda la solicitud con la presentación de una carta fianza emitida por una Empresa Bancaria como garantía por un monto equivalente al 100% de lo observado. La garantía será devuelta si las observaciones son levantadas o ejecutadas como penalidad adicional a las contenidas en el contrato.

Cada mes el Regulador reportará el avance del suministro del Material Rodante, con las respectivas valorizaciones. Si el Regulador informa que no se ha cumplido con efectuar la provisión en los plazos convenidos en el cronograma de suministro de Material Rodante, entonces iniciará la aplicación de penalidades de acuerdo al Anexo 10 del Presente Contrato.



III. Ajustes por Precios de los Avances por Obra

3.1. Ajuste de Precios por Obras

El Presupuesto de Obra se considerará con valores actualizados por variación de precios desde la fecha de adjudicación de la Concesión, hasta la fecha en la cual

el Regulador realiza la liquidación de Hitos de Obra, siguiendo el siguiente procedimiento:

En el Sistema de Pago por Obras a la suma de los importes determinados bajo el procedimiento descrito en el Apéndice 1 del presente Anexo se le multiplicará la relación entre el valor del PPO total para las Obras y el presupuesto total de Hitos de Obra bajo el sistema de Pago por Obras. El Valor del Certificado de Avance de Obra obtenido considera entre otros los ajustes anteriores.

Los ajustes de precios del Presupuesto del mecanismo de Pago por Obras y los ajustes de precios del mecanismo de Retribución por Inversiones serán pagados bajo cada mecanismo correspondiente.

3.2. Ajustes por Precios de los presupuestos de Material Rodante

El Presupuesto Referencial del Material Rodante de la Primera Etapa y el Presupuesto o Inversión Referencial del Material Rodante de la Segunda Etapa se considera con valores actualizados a la fecha de presentación de la propuesta técnica presentada Concesionario durante la etapa de concurso.

Se realizarán los ajustes de los pagos de la Primera Etapa o las certificaciones de la Segunda Etapa, considerando la actualización de precios entre la Fecha de Cierre y las fechas de pago o certificaciones.

El ajuste seguirá el siguiente procedimiento:

- a. El costo de Material Rodante representará el PPMR en la Primera Etapa o Certificado de Avance de Provisión de Material Rodante (CAO-MR) en la Segunda Etapa.
- b. Se determina la inflación relevante por cambio de precios en dólares americanos.
- c. Se determina el Ajuste por Variación de Precios de la siguiente manera:

En la Primera Etapa al Pago por Material Rodante se le adicionará el ajuste por variación de precios y los otros ajustes que se consideren en cada Pago que se realicen según el numeral 1.1 de este Apéndice.

- 3.3. En la Segunda Etapa, al CAO-MR se le incorporará el Ajuste respectivo y se le determina una retribución trimestral por inversiones en Material Rodante (aRPI-MR) que es un porcentaje (%) adicional sobre el RPI-MR, de acuerdo a lo expresado en el siguiente procedimiento:

- a. El valor del ajuste de cada CAO-MR (CAO-MRAj) se llevará a un periodo trimestral anterior al inicio de pagos del RPI-MR, actualizado a la Tasa de Descuento,
- b. Se encontrará el aRPI del CAO-MRAj respectivo mediante la fórmula de pagos que dé un pago trimestral calculado con la Tasa de Descuento, el número de periodos y el valor del CAO-MRAj actualizado, utilizando la fórmula siguiente:



- c. Se determinará un RPI incondicional e irrevocable utilizando como tasa de descuento la tasa de interés definida y calculada en el presente Apéndice. Este RPI contará con la garantía contractual del CONCEDENTE y que respaldará el financiamiento.
- d. Se determinará un RPI Total utilizando como tasa de descuento la tasa de ingresos definida y calculada en el presente Apéndice. Este RPI Total contiene el RPI Incondicional e Irrevocable, por lo tanto se originará una diferencia que se reconocerá mientras se mantenga la Concesión y no exista Resolución Contractual por culpa del CONCESIONARIO.
- e. Luego de la liquidación se emitirá un Certificado de Avance de Provisión de Material Rodante Ajustes (CAO-MRAJ) adicional a Certificados de Avances de Provisión de Material Rodante (CAO-MR).
- f. El CAO-MR bajo el Sistema de Retribución por Inversiones tiene la característica de aceptación de obras, da derecho a una proporción del RPI-MR que tiene características de pago incondicional, no irrevocable y se encuentra garantizado en este Contrato por el CONCEDENTE.
- g. La Carta Fianza de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante respalda cualquier posible incumplimiento por parte del Concesionario, incluyendo observaciones, devoluciones y penalidades, entre otros conceptos.

IV. Pago por Expropiaciones e Interferencias

El Presupuesto de Obra considera un presupuesto base de Expropiaciones e Interferencias que se incluyó en las Bases del Concurso y que tiene naturaleza de monto base, el mismo que no podrá ser modificado por el CONCESIONARIO.

El Fideicomiso al que se hace referencia en la Cláusula 9.14 tendrá una cuenta para garantizar de manera oportuna la disponibilidad de fondos necesarios para que se realicen los pagos por concepto de Expropiaciones e Interferencias, la cual se denominará "Cuenta Expropiaciones e Interferencias". Los montos por Interferencias no están sujetos a ajustes por precios sino que se tomará el valor ejecutado en cada oportunidad.

- 4.1. En la Primera Etapa donde rige el mecanismo de Pago por Obras, el CONCESIONARIO presentará en cada PPO por Avance de Obra, el pago por expropiaciones e Interferencias realizado desde el pago anterior, con la solicitud de reembolso como el Pago por Expropiaciones e Interferencias. Cualquier diferencia será parte de la Liquidación del Hito de Obra. El valor pagado por Expropiaciones e Interferencias en un determinado Hito de Obra será integrado al CAO respectivo que se emita según el Apéndice 2 del presente Anexo. Si el Regulador observa algún Pago por Expropiaciones e Interferencias, se le pagará la parte no observada en la oportunidad del PPO por Avance de Obra que corresponda y el saldo cuando se levante las observaciones, si hay alguna diferencia formará parte de la liquidación del Hito de Obra.

El CONCESIONARIO podrá presentar una solicitud de pago por la parte observada acompañando una carta fianza de una Empresa Bancaria por un importe equivalente al 100% del monto observado, en caso la solicitud sea aprobada el CONCEDENTE procederá con el pago, manteniendo la garantía hasta el levantamiento de las observaciones del Hito de Obra y aprobación correspondiente.



- 4.2. En la Segunda Etapa donde rige el mecanismo de Retribución por Inversiones, el CONCESIONARIO presentará en cada Avance de Obra el reconocimiento de las inversiones por Expropiaciones e Interferencias realizado desde el último reconocimiento de inversiones similares. Cualquier diferencia será parte de la Liquidación del Hito de Obra.

La inversión reconocida por Expropiaciones e Interferencias en un determinado Hito de Obra será integrado al CAO - AL respectivo que se emita el Numeral 2.2. del presente Apéndice.

La inversión reconocida en cada avance se actualizará a la fecha de liquidación con la tasa equivalente diaria que se consideró en el Numeral 2.2. del presente Apéndice.

Si el Regulador observa alguna Inversión por Expropiaciones e Interferencias, se le reconocerá la parte no observada en la oportunidad del Avance de Obra y el saldo cuando se levante las observaciones, si hay alguna diferencia formará parte de la liquidación del Hito de Obra. El CONCESIONARIO podrá presentar una solicitud de reconocimiento de la parte observada acompañando una garantía de una entidad financiera por un importe equivalente al 100% del monto observado, en caso la solicitud sea aprobada el CONCEDENTE procederá con el reconocimiento, manteniendo la garantía hasta el levantamiento de las observaciones y aprobación del Hito de Obra correspondiente.

Si los desembolsos por expropiaciones e interferencias no logran superar el Presupuesto Base de Expropiaciones e Interferencias, tanto en el Sistema de Pago por Obra como en el Sistema de Retribución por Inversiones, el saldo corresponderá al CONCEDENTE que podrá destinarlo a un pago pendiente o alguna obligación que se genere a lo largo de la Concesión o en su defecto depositarlo en la Cuenta de Reserva del Fideicomiso.

V. TERCERA ETAPA

Una vez iniciada la Explotación de la Concesión, el CONCESIONARIO se encargará de realizar inversiones en Material Rodante en la Tercera Etapa, considerando lo dispuesto en la Cláusula 6.29 del Contrato. En el EFR se deberá establecer el Plan de Provisión de Material Rodante de la Tercera Etapa. Sin embargo, estos podrán ser revisados y ajustados por el CONCESIONARIO, con la aprobación del CONCEDENTE y la opinión favorable del Regulador, con el fin de atender de manera eficiente el aumento progresivo de la demanda y satisfacer los Niveles de Servicio contemplados en el Anexo 7 del presente Contrato.

El valor de adquisición del Material Rodante de la Tercera Etapa no deberá ser menor o igual al precio indicado en el Presupuesto Referencial.

En cuanto a la forma de pago, el CONCEDENTE definirá en su momento el sistema más conveniente entre las siguientes alternativas:

- a. Retribución por Inversiones en Material Rodante (RPI-MR)
- b. Pago por Material Rodante (PPMR)
- c. O una combinación de a. y b.



VI. Tasas de Ingresos y de Interés

El contrato está estructurado para facilitar el financiamiento que debe obtener el CONCESIONARIO para el financiamiento de las Inversiones Obligatorias. Para ello se ha establecido un sistema de tasas en función de los últimos financiamientos. Para ello el CONCEDENTE ha incorporado un esquema de Tasas.

El sistema de la Retribución por Inversiones tiene las garantías siguientes:

- a. El RPI se construirá a la Tasa de Interés –de carácter todo incluido (*All in*)- que se ha formado en el contrato bajo la siguiente premisa:
- b. Los RPI Irrevocables calculados con la Tasa de Interés anterior tendrá carácter de irrevocable e incondicional.
- c. Se determinarán RPI totales donde la diferencia con los RPI Irrevocables son condicionados al sostenimiento por parte del CONCESIONARIO de la Concesión sin que exista resolución por culpa de este.

El incumplimiento por parte del CONCEDENTE de la fecha de depósito en el Fideicomiso de los montos que permitan el pago de cualquiera de los conceptos establecidos en el presente CONTRATO, incluyendo PPO, PPMR, RPI, RPI-MR y RPMO, generará intereses moratorios equivalentes a la tasa LIBOR a seis meses más dos por ciento (2%) anual, calculado sobre el monto impago. El referido interés se generará desde el día siguiente a la fecha de vencimiento del pago hasta la fecha del pago efectivo.



**ANEXO 5
RÉGIMEN FINANCIERO**

**APÉNDICE 2
PROCEDIMIENTO PARA EL RECONOCIMIENTO DEL CERTIFICADO DE AVANCE DE
OBRA (CAO)**

Emisión del CAO por parte del CONCEDENTE

1. Para la emisión de un CAO para Obras, el CONCEDENTE deberá observar el siguiente procedimiento:
 - a) Se determinará la proporción entre Presupuesto Referencial de Avance de Obra respectivo y el Presupuesto Referencial Total del Hito de Obra correspondiente.
 - b) El valor referencial del CAO será equivalente a la proporción del acápite anterior multiplicada por el monto de Inversión en Obras.
 - c) La emisión del último CAO, correspondiente al Avance de Obra del último Hito de Obras, se encontrará sujeta a la aceptación de las Obras y correcto funcionamiento de la Puesta en Operación Comercial por parte del CONCEDENTE.
 - d) Si el Regulador tuviera observaciones, se emitirá el CAO por la parte no observada. La parte del Avance de Obra a subsanar será incorporada como valor en el siguiente Avance de Obra y para la emisión del siguiente CAO, siempre y cuando exista conformidad del levantamiento de observaciones por parte del Regulador.

El CONCESIONARIO podrá solicitar el reconocimiento en el CAO de la parte observada, previa presentación de una carta fianza por el valor total de la parte observada, la cual se liberará al levantamiento de las observaciones y aprobación del Regulador.

2. Derechos de cobro del CONCESIONARIO generados por el CAO para Obras

El valor referencial del CAO dará derecho incondicional a una proporción del RPI bajo el siguiente procedimiento:

- c) Se determinará la proporción entre el valor referencial del CAO y Inversión en Obras, el cual se denominará Porcentaje (%) de Avance de Obra.
- d) La proporción del RPI a la que da derecho el CAO emitido se denominará RPI-CAO.

Este procedimiento se realizará con todos los Avances de Obra de cada Hito de Obra. Así se calcularán los diferentes CAOs y sus respectivos RPI-CAOs.

- e) La suma de los valores de los CAO será igual a la Inversión en Obras del mismo modo, la suma de RPI-CAOs será igual del RPI.



- f) Por consiguiente, una vez expedido cada CAO, el CONCEDENTE tendrá la obligación irrevocable e irrestricta de pagar al CONCESIONARIO, a través del Fideicomiso, los correspondientes RPICAO.

3. Emisión de CAO para Material Rodante (CAO – MR)

Se emitirán Certificados de Avance de Provisión de Material Rodante (CAO-MR) relacionadas a la Provisión del Material Rodante de la siguiente manera:

- a. 30% de la Inversión Referencial en Material Rodante Financiada por el CONCESIONARIO contra la presentación de los comprobantes de pago.
- b. 30% de la Inversión Referencial en Material Rodante Financiada por el CONCESIONARIO a la recepción del Material Rodante.
- c. 40% restante a la suscripción del Acta de Aceptación del Material Rodante.

El CONCESIONARIO gestionará las certificaciones que le corresponden en cada oportunidad.

La suma de CAO - MR de la Segunda Etapa será igual a la Inversión Referencial en Material Rodante Financiada por el CONCESIONARIO para la Segunda Etapa.

Sin perjuicio de lo anterior, la Carta Fianza de Fiel Cumplimiento de Provisión de Material Rodante cubrirá cualquier inconveniente con las certificaciones, el suministro, observaciones, deducciones o penalidades o cualquier otro inconveniente que se presentase hasta la puesta en marcha del Material Rodante de la Segunda Etapa.

4. Derechos de cobro del CONCESIONARIO generados por el CAO para Material Rodante

Cada CAO - MR emitido dará derecho incondicional a una proporción del RPI-MR Oferta bajo el siguiente procedimiento:

- a. Cada Porcentaje de emisión de CAO-MR dará derecho al cobro proporcional denominado $RPI-MR_{CAO}$ multiplicando el Porcentaje (%) del CAO-MR.
- b. Este procedimiento se realizará con todos los CAO-MR de la Segunda Etapa.
- c. La suma de los valores de los Certificados de Avance de Provisión de Material Rodante (CAO-MR) será igual a la Inversión Referencial en Material Rodante Financiada por el Concesionario, del mismo modo, la suma de $RPI-MR_{CAOs}$ será igual del RPI-MR.

Certificados de Reconocimiento de los Derechos Irrevocables del RPI (CR-RPI)

1. De acuerdo a lo indicado en los numerales precedentes del presente Apéndice, por cada Certificado de Avance de Obra (CAO) emitido por el CONCEDENTE corresponderá un derecho de cobro proporcional denominado RPI-CAO a favor del CONCESIONARIO. Asimismo, luego de las respectivas liquidaciones se emitirán Certificados de Avance de Obra - Ajustes y Liquidación (CAO-AL), para los cuales corresponderá una retribución trimestral adicional (aRPI).
2. Por cada Certificado de Avance de Provisión de Material Rodante (CAO-MR) emitido por el CONCEDENTE corresponderá un derecho de cobro denominado RPI-MRCAO a favor del CONCESIONARIO. Asimismo, conforme a lo indicado en el Apéndice 2 del presente Anexo, luego de las respectivas liquidaciones se emitirán



Certificados de Avance de Provisión de Material Rodante - Ajustes (CAO-MRAJ), para los cuales corresponderá una retribución trimestral adicional (aRPI).

- b. Los Certificados de Avances de Obra (CAO) y los Certificados de Avance de Provisión de Material Rodante (CAO-MR), así como sus respectivos certificados de ajuste y liquidación, respaldarán la emisión de Certificados de Reconocimiento de Derechos Irrevocables del RPI (CR-RPI), cuyos montos corresponderán a los derechos de cobro proporcional, RPI-CAO y RPI-MRCAO, así como sus respectivas retribuciones adicionales (aRPI), según sea el caso.
- c. Los Certificados de Reconocimiento de Derechos Irrevocables del RPI (CR-RPI) serán emitidos de acuerdo al formato señalado en el Apéndice 2 del presente Anexo, que será modificado conforme a las recomendaciones que señale el Acreedor Permitido o las exigencias del mercado de capitales, sin contravenir lo dispuesto en el presente CONTRATO y sin generar desequilibrios económicos o financieros.
- d. Las características principales de los CR-RPI, para el presente CONTRATO, son las siguientes:
 - a. Teniendo como origen los CAO y CAO-MR emitidos, así como sus respectivos certificados de ajuste y liquidación, se ha determinado una programación de pagos del RPI y del RPI-MR derivados de la aplicaciones de las cláusulas referidas en las cláusulas anteriores. Cada uno de los pagos antes mencionados serán depositados trimestralmente por el CONCEDENTE en el Fideicomiso de Administración de acuerdo al procedimiento señalado en el Apéndice 3 de presente Anexo.
 - b. A partir de estos flujos se podrán generar los CR-RPI que consideren pagos trimestrales o semestrales, según lo establezca el Sistema Financiero o el Mercado de Capitales.
 - c. El valor nominativo consignado en los CR-RPI corresponderá a los montos de los derechos de cobro proporcional, RPI-CAO y RPI-MR_{CAO}, así como sus respectivas retribuciones adicionales (aRPI), según sea el caso.
 - d. Sin perjuicio de cualquier otra disposición contenida en el CONTRATO, las partes declaran que una vez emitido el CR-RPI, los pagos correspondientes serán efectuados ininterrumpidamente en las fechas que se indiquen, siendo una obligación, directa, general, incondicional e irrevocable del CONCEDENTE realizar tales pagos.

El Derecho de cobro representado en cada CR-RPI no estará condicionado a la aprobación de las obras realizadas posteriormente a la emisión del certificado que originó el CR-RPI. Por tanto, las obligaciones del CONCEDENTE no se verán afectadas o inválidas por circunstancia alguna, incluyendo pero sin limitarse al fracaso, imposibilidad o impracticabilidad en el uso de la Infraestructura por cualquier razón, incluyendo pero no limitado a la destrucción total o parcial de la Infraestructura por eventos de fuerza mayor o caso fortuito, el cambio de control o controlador del CONCESIONARIO, la Terminación del CONTRATO, cualquier incumplimiento o modificación del CONTRATO, cualquier acción o inacción del CONCESIONARIO, cualquier ajuste del RPI o del RPI-MR y, en general, cualquier evento. Asimismo, el CONCEDENTE no podrá oponer excepciones, compensaciones, obligaciones, reconvenções, excepción de



incumplimiento o cualquier otra defensa o derecho, derivada o no del CONTRATO, que tiendan o tengan por objeto retrasar, retener, reducir o impedir los pagos del RPI o del RPI-MR. Igualmente el CONCEDENTE no podrá tomar estos pagos como compensación por cualquier obligación que pueda tener el CONCESIONARIO.

- e. Los CR-RPI son irrevocables y de libre transferencia. Los Titulares de dichos documentos tendrán derecho a cobrar el monto establecido en el mismo en las fechas previstas de manera igualmente irrevocable e incondicional.
- f. Los CR-RPI se emiten bajo la jurisdicción peruana.
- g. Se deja expresa constancia que condiciones como las señaladas en la Sección IV del presente CONTRATO, relacionadas con la suspensión del CONTRATO, no constituyen evento para que el CONCEDENTE interrumpa o suspenda el pago del CR-RPI en los plazos estipulados.
- h. El eventual retraso en el pago del RPI y del RPI-MR generará el pago de los intereses moratorios establecidos en el CR-RPI, o en su defecto en el presente CONTRATO.
- i. Todas y cada una de las obligaciones vencidas y no pagadas, contenidas y representadas por cualquiera de los CR-RPI emitidos en virtud del presente CONTRATO, independientemente de su fecha de emisión o de vencimiento resultan exigibles "pari-passu" respecto de cualquier otra obligación vencida y no pagada, y/o de cualquier otro CR-RPI emitido en virtud del presente CONTRATO, para lo cual y respecto de cada CR-RPI deberán consignarse las mismas fechas de pago.

En ningún caso, las obligaciones contraídas por el CONCEDENTE con relación a cualquier otro proyecto contratado en ejecución de sus normas de promoción de inversiones en obras, infraestructura y servicios podrá traducirse en un tratamiento desfavorable, sin limitación alguna, los que para tal fin deberán consignar las mismas fechas de pago de los CR-RPI que se emitan en virtud del presente CONTRATO.

El CONCEDENTE dará un tratamiento pari-passu a todas y cada una de las obligaciones de pago contenidas en los CR-RPI independientemente de si cuentan o no con el soporte de una garantía respaldada por el CONCEDENTE.

- j. La aceleración de pagos vinculados con los CR-RPI se regirá exclusivamente por los términos y condiciones establecidos en dichos certificados.
- e. Los Certificados de Reconocimiento de Derechos Irrevocables del RPI (CR-RPI) podrán ser emitidos por cada CAO como títulos individuales que señalen los montos de las obligaciones, la fecha de redención, entre otras características que se señalan en el formato del Apéndice 2 del presente Anexo o formar parte de un solo título que contenga todas las obligaciones de cada CAO con los montos de las obligaciones y las fechas de pago en los 15 años –en forma trimestral o semestral–.



**ANEXO 5
RÉGIMEN FINANCIERO**

**APÉNDICE 3
FIDEICOMISO DE ADMINISTRACIÓN**



**ANEXO 5
RÉGIMEN FINANCIERO**

**APÉNDICE 4
HOJA DE TÉRMINOS DEL CONTRATO DE FIDEICOMISO DE ADMINISTRACIÓN**



ANEXO 5
RÉGIMEN FINANCIERO

APÉNDICE 5
PROCEDIMIENTO PARA EL RPMO

1. De los Kilómetros Tren Recorridos

- 1.1. El concepto de Kilómetros Tren Recorridos (KTR) se refiere al recorrido efectuado por todos los trenes en servicio comercial que se encuentran operativos en el sistema. Esta variable se empleará para calcular los costos variables de energía eléctrica (CE) y de mantenimiento del material rodante (CM). La aplicación de los KTR comenzará a regir a partir del inicio de la Explotación de la Concesión.
- 1.2. Los KTR serán válidos para los Días Calendario en los que el Servicio opere bajo los requisitos exigidos por el CONCEDENTE y establecidos en los Niveles de Servicio expuestos en el Anexo 7, de acuerdo al nivel de demanda observado. Cada mes, el Regulador realizará una medición de los KTR correspondientes a la Concesión. El procedimiento para dicha medición se presenta en el Anexo 6..
- 1.3. Durante la Explotación, el CONCESIONARIO deberá programar la operación de todo el Material Rodante, con la finalidad de operar a las frecuencias establecidas en el Anexo 7 del presente Contrato. A medida que vaya agregándose Material Rodante al sistema, el CONCESIONARIO procederá a reprogramar las frecuencias de los mismos, para lo cual deberá contar con la aprobación del CONCEDENTE, con opinión previa del Regulador.
- 1.4. El CONCEDENTE podrá disponer que el CONCESIONARIO opere con frecuencias diferentes a las establecidas, las cuales deberán estar dentro de los límites técnicos, originando un incremento o disminución en la cantidad de KTR prevista. Opcionalmente, el CONCESIONARIO podrá proponer, con el sustento respectivo, la necesidad de circular mayores kilómetros. Esto último se efectuará únicamente de mediar la autorización debidamente justificada por parte del CONCEDENTE, previa opinión favorable del Regulador.

2. De la Porción Fija del RPMO

- 2.1. El RPMO tendrá una porción fija, denominada $COYM_F$, que comprenderá, de manera referencial, los siguientes conceptos:
 - a. Costos de personal de operación.
 - b. Costos de contratos de operación.
 - c. Costos de personal de mantenimiento.
 - d. Costos de mantenimiento industrial.
 - e. Otros costos de mantenimiento.
 - f. Seguros
 - g. Garantías
 - h. Otros

- 2.2. El valor anual del $COYM_F$, se descompone en dos componentes: i) Para la Línea 2 Ate-Callao ($COYM_{F,A-C}$); ii) Para el Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta ($COYM_{F,F-G}$) de la Línea 4. Estos valores anuales registrarán desde el inicio de la Explotación de la Segunda Etapa.



- 2.3. A partir del inicio de la Explotación de la Primera Etapa y hasta el inicio de la Explotación de la Segunda Etapa, el valor anual correspondiente al (COYM_{F,A-C}) de la Línea 2 será el _____ por ciento (____%) del valor del RPMO. Durante este periodo, respecto al Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Línea 4, no corresponderá ningún concepto de COYM.
- 2.4. El valor anual del COYM_F o de cada componente (Línea 2 y Ramal de Línea 4) de este costo será dividido en doce partes iguales o mensualidades, denominadas mCOYM_F, que se emplearán en el cálculo mensual del RPMO.
- 2.5. Al inicio de la Explotación de la Primera Etapa, el COYM_F será ajustado en base al Índice de Precios al Consumidor (IPC) de Lima. El cálculo se realizará a través de la comparación del IPC del mes anterior al momento del ajuste con respecto al IPC del mes en que se realizó la Fecha de Cierre.
- 2.6. El COYM_F deberá ser ajustado anualmente por el CONCEDENTE, con opinión favorable del Regulador, conforme al siguiente procedimiento:

El valor del COYM_F será ajustado al inicio de cada Año Calendario, a partir del segundo Año Calendario de iniciada la Explotación, conforme a la siguiente fórmula:

$$COYM_{F,T} = COYM_{F,(T-1)} \times \left(\frac{IPC_{(T-1)}}{IPC_{(T-2)}} * \frac{TC_0}{TC_1} \right)$$

Dónde:

COYM _{F,T} :	Es el COYM _F ajustado vigente al Año Calendario T.
COYM _{F,(T-1)} :	Es el COYM _F del Año Calendario T-1..
IPC _(T-1) :	Índice de Precios al Consumidor de Lima publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) correspondiente al mes de diciembre del Año Calendario al momento del cálculo en el período T-1.
IPC _(T-2) :	Índice de Precios al Consumidor de Lima publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) correspondiente al mes de diciembre del Año Calendario al momento del cálculo en el período T-2.
TC ₀ :	Tipo de Cambio Nuevos Soles/US\$ vigente a la Fecha de Cierre.
TC ₁ :	Tipo de Cambio Nuevos Soles/US\$ en la fecha del ajuste.

Este ajuste se realizará durante el primer trimestre de cada Año Calendario. El Regulador deberá comunicar al CONCEDENTE y al CONCESIONARIO, el importe del CO_YMF ajustado, a más tardar diez (10) Días Calendario antes a la culminación del primer trimestre del Año Calendario.



3. De los Costos Variables de Energía Eléctrica

- 3.1. Para efectos del cálculo del RPMO mensual, se reconocerá una porción variable correspondiente a costos de energía eléctrica por la operación ferroviaria y la iluminación, denominado "CE". El valor de dichos costos dependerá de la cantidad de Kilómetros Tren Recorridos (KTR) en cada línea, del consumo en Kilowats por

Kilómetros Tren Recorridos (Kw-hr/KTR) y el Costo por Kilowatts – hora (Kw-hr) (US\$/Kw-hr).

- 3.2. Se ha establecido un Costo de Energía para _____ KTR (Línea 2 y Ramal de la Línea 4), con el consumo presentado por el CONCESIONARIO y el Costo referencial de la Energía.
- 3.3. El valor mensual del CE se calculará mediante la siguiente expresión:

$$CE = KTR_T \times CuE \times Cons$$

Donde:

CE_T: Costo variable de energía para el periodo T.

KTR_T: Cantidad de kilómetros recorridos para el periodo T.

CuE: Costo unitario de energía eléctrica determinado según el costo promedio de la Energía del Mercado Libre publicado por Osinergmin (US\$ por Kw-hr).

Cons: Consumo por KTR por Tren (Kw-hr/KTR).

- 3.4. Al inicio de la Explotación, el "CuE" será ajustado al costo promedio de la Energía del Mercado Libre publicado por Osinergmin. El CuE podrá ser revisado a solicitud del CONCESIONARIO después de cinco (5) años por el CONCEDENTE, con opinión favorable del Regulador, plazo que será contado a partir de la fecha de Puesta en Operación Comercial de la Primera Etapa.

4. De los Costos Variables de Mantenimiento del Material Rodante

- 4.1. Para efectos del cálculo del RPMO mensual, se reconocerá una porción variable correspondiente a costos de mantenimiento del Material Rodante, denominado "CM". El valor de dichos costos dependerá de la cantidad de Kilómetros Tren Recorridos (KTR).

- 4.2. El valor mensual del CM se calculará mediante la siguiente expresión:

$$CM = KTR_T \times CuM$$

Donde:

CM_T: Costo variable de mantenimiento del Material Rodante para el periodo T .

KTR_T: Cantidad de kilómetros recorridos para el periodo T.

CuM: Costo unitario de mantenimiento (US\$ por kilómetro).

- 4.3. Al inicio de la Explotación, el CuM será ajustado en base al Índice de Precios del Consumidor de Estados Unidos (CPI). El cálculo se realizará a través de la comparación del CPI de un mes anterior al momento del ajuste con respecto al CPI correspondiente en el mes de que se realizó la Fecha de Cierre.
- 4.4. El CuM podrá ser revisado cada cinco (5) años por el CONCEDENTE, con opinión del Regulador, contado desde la fecha de Puesta en Operación Comercial de la Primera Etapa.
- 4.5. El CuM deberá ser ajustado anualmente por el CONCEDENTE, con la opinión favorable del Regulador, conforme al siguiente procedimiento:



- a. El valor del CuM obtenido a partir de la Fecha de Cierre será ajustado al inicio de cada Año Calendario, a partir del segundo Año Calendario de iniciada la Explotación, conforme a la siguiente fórmula:

$$\text{CuM}_T = \text{CuM}_{(T-1)} \times \left(\frac{\text{CPI}_{(T-1)}}{\text{CPI}_{(T-2)}} \right)$$

Dónde:

CuM_T : Es el CuM ajustado vigente al Año Calendario T.

$\text{CuM}_{(T-1)}$: Es el CuM del Año Calendario T-1.

$\text{CPI}_{(T-1)}$: Consumer Price Index (Índice de Precios del Consumidor de Estados Unidos) correspondiente al mes de diciembre del Año Calendario al momento del cálculo en el período T-1.

$\text{CPI}_{(T-2)}$: Consumer Price Index (Índice de Precios del Consumidor de Estados Unidos) correspondiente al mes de diciembre del Año Calendario al momento del cálculo en el período T-2.

- b. Este ajuste se realizará durante el primer trimestre de cada Año Calendario. El Regulador será el encargado de determinar el ajuste y deberá comunicar al CONCEDENTE y al CONCESIONARIO, el importe del CuM ajustado, a más tardar diez (10) días antes a la culminación del primer trimestre del Año Calendario.

- 4.6. Adicionalmente, en el momento que el CONCESIONARIO aumente el número de coches por tren, de seis a siete coches, el valor del CuM se incrementará en forma proporcional.

5. De los Costos Variables de Revisiones Generales del Sistema Ferroviario

- 5.1. Para efectos del cálculo del RPMO mensual, se reconocerá una porción variable correspondiente a costos de revisiones generales del material rodante, denominado CRG. El valor de dichos costos dependerá del Plan Anual de Revisiones Generales del Sistema Ferroviario.
- 5.2. El Plan Anual de Revisiones Generales del Sistema Ferroviario será propuesto por el CONCESIONARIO y aprobado por el CONCEDENTE, siguiendo los lineamientos del Plan de Conservación.
- 5.3. El valor del CRG para cada año de operación se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\text{CRG} = Q_T \times \text{CuRG}$$

Donde:

CRG_T : Costo variable anual de revisiones generales del Sistema Ferroviario para el periodo T.

Q_T : Cantidad de trenes a ser revisados en el año T, según el Plan Anual de Revisiones del Sistema Ferroviario aprobado por el CONCEDENTE.

CuRG : Costo unitario de revisión general (US\$ por tren).

- 5.4. El valor anual del CRG será dividido en doce partes iguales o mensualidades, denominadas mCRG, que se emplearán en el cálculo mensual del RPMO.



- 5.5. Al inicio de la Explotación, el CuRG será ajustado en base al Índice de Precios al Consumidor (IPC) de Lima. El cálculo se realizará a través de la comparación del IPC del mes anterior al momento del ajuste con respecto al IPC del mes de la Fecha de Cierre.
- 5.6. El CuRG podrá ser revisado cada cinco (5) años por el Regulador, contado desde la fecha de Puesta en Operación Comercial de la Primera Etapa. El CuRG deberá ser ajustado anualmente por el CONCEDENTE, con la opinión favorable del Regulador, conforme al siguiente procedimiento:
- El valor del CuRG obtenido a partir de la Fecha de Cierre será ajustado al inicio de cada Año Calendario, a partir del segundo Año Calendario de iniciada la Explotación, conforme a la siguiente fórmula:

$$\text{CuRG}_T = \text{CuRG}_{(T-1)} \times \left(\frac{\text{CPI}_{(T-1)}}{\text{CPI}_{(T-2)}} \right)$$

Dónde:

- CuRG_T: Es el CuRG ajustado vigente al Año Calendario T.
 CuRG_(T-1): Es el CuRG del Año Calendario T-1.
 CPI_(T-1): Consumer Price Index (Índice de Precios del Consumidor de Estados Unidos de América) correspondiente al mes de diciembre del Año Calendario al momento del cálculo en el período T-1.
 CPI_(T-2): Consumer Price Index (Índice de Precios del Consumidor de Estados Unidos de América) correspondiente al mes de diciembre del Año Calendario al momento del cálculo en el período T-2.

- Este ajuste se realizará durante el primer trimestre de cada Año Calendario. El Regulador deberá comunicar al CONCEDENTE y al CONCESIONARIO, el importe del CuRG ajustado, a más tardar diez (10) días antes a la culminación del primer trimestre del Año Calendario.

6. De los Gastos Generales, los Imprevistos y la Utilidad del CONCESIONARIO

- 6.1. Para efectos del cálculo del RPMO mensual, se reconocerá una porción variable correspondiente a gastos generales, imprevistos y utilidad del Concesionario, denominado GG, cuyo valor equivale al _____ por ciento (___%) de los costos directos de operación y mantenimiento mensuales. Los costos de operación y mantenimiento incluyen los siguientes conceptos:
- Mensualidad de los Costos de Operación y Mantenimiento Fijos (mCO_yM_F).
 - Costo Variable de Energía Eléctrica (CE).
 - Costo Variable de Manutención del Material Rodante (CM).
 - Mensualidad del Costo Variable de Revisiones Generales del Material Rodante (mCRG).



7. Del Pago por Retribución de Operación y Mantenimiento

- 7.1. El pago de la Retribución por Operación y Mantenimiento (RPMO) más IGV, es el pago mensual que realizará el CONCEDENTE a favor del CONCESIONARIO producto de la prestación del servicio durante la Explotación. El monto total a retribuir al CONCESIONARIO por concepto de RPMO comprenderá todas las partidas descritas en los Numerales 3 al 6 precedentes.

- 7.2. Para el pago del RPMO, se realizará un cálculo independiente para la Línea 2 y para el Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Línea 4.
- 7.3. El cálculo del valor del RPMO mensual se realizará de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$RPMO_T = mCYOM_F + CE + CM + mCRG + GG + AR$$

$$GG = z\% \times (mCYOM_F + CE + CM + mCRG)$$

Donde:

RPMO _T :	Retribución por operación y mantenimiento vigente para el periodo T.
z%:	Porcentaje de los costos directos de operación y mantenimiento mensuales
mCOYM _F :	Importe mensual de los costos de operación y mantenimiento fijos.
CE:	Costo variable de energía.
CM:	Costo variable de manutención del material rodante.
mCRG:	Importe mensual del costo de revisiones generales del Material Rodante.
GG:	Gastos generales, imprevistos y utilidad del CONCESIONARIO.
AR:	Aporte por Regulación

- 7.4. A los cinco (05) Días de culminado el mes, el CONCESIONARIO emitirá un informe de liquidación donde consignará los cálculos del RPMO del mes, sus componentes y sus ajustes, así como los Kilómetros Tren Recorridos (KTR) del mes. Dicho informe será remitido para aprobación del CONCEDENTE, con opinión favorable del Regulador.

El CONCEDENTE revisará el informe y lo aprobará, en caso no tenga observaciones, contando previo a ello con la opinión favorable del Regulador. De tener observaciones al informe de liquidación del RPMO, el CONCEDENTE o el Regulador deberá remitirlas en un plazo no mayor a cinco (05) Días Calendario posteriores de la recepción del informe de liquidación antes indicado. Por su parte, el CONCESIONARIO deberá levantar las observaciones y volver a emitir el informe de liquidación corregido en los siguientes cinco (05) Días Calendario a fin que el CONCEDENTE pueda proceder a su aprobación.

- 7.5. Una vez aprobado el informe de liquidación, por parte del CONCEDENTE, éste instruirá al Fideicomiso para que pueda proceder al desembolso, el mismo que se realizará a más tardar diez (10) Días Calendario posteriores a la presentación de la factura correspondiente por parte del CONCESIONARIO.



- 7.6. El retraso por parte del CONCEDENTE en el pago en el Fideicomiso del RPMO mensual generará intereses moratorios equivalentes a la tasa del cupón del Bono Soberano más dos por ciento (2%) anual, calculado sobre el monto impago. El referido interés se generará desde el Día Calendario siguiente a la fecha de vencimiento del pago del RPMO mensual hasta la fecha del pago efectivo.

7.7. El CONCEDENTE no realizará el pago del RPMO mensual durante el periodo de activación de las coberturas de los seguros establecidos en la Cláusula 12.3.3. El CONCEDENTE realizará el pago del RPMO mensual siempre y cuando el CONCESIONARIO haya cumplido con Niveles de Servicio exigidos contractualmente y cuando la no ejecución de esta obligación no sea imputable a él. En caso contrario se aplicarán y descontarán del pago las penalidades correspondientes.

8. Procedimiento de Pago de la Retribución por Operación y Mantenimiento (RPMO)

- 8.1. El RPMO se dividirá en dos: RPMO de la Línea 2 (RPMOA-C) y RPMO del Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Línea 4 (RPMOF-G).
- 8.2. Con una anticipación de al menos sesenta (60) Días Calendario antes de la fecha de inicio de la Puesta en Operación Comercial de la Primera Etapa, el CONCEDENTE instruirá y realizará el desembolso al Fideicomiso para los recursos para se destine mensualmente los montos del RPMO según el cronograma mensual respectivo.
- 8.3. El primer pago mensual del RPMOA-C se efectuará a partir del último Día Calendario del primer mes en que se devengue la obligación del pago antes indicado, contado a partir del inicio de la fecha de inicio de la Puesta en Operación Comercial de la Primera Etapa.
- 8.4. El primer pago mensual del RPMOF-G se efectuará a partir del último Día Calendario del primer mes en que se devengue la obligación del pago antes indicado, contado a partir del inicio de la fecha de inicio de la Puesta en Operación Comercial de la Segunda Etapa.
- 8.5. En caso que la fecha de inicio de la Explotación se dé en un día intermedio de un determinado mes, el cálculo de los componentes el RPMO será calculado proporcionalmente en función al número de días que se operará en dicho mes y el número total de días de dicho mes.
- 8.6. Los recursos provenientes de los ingresos por tarifas serán depositados en la cuenta de "Reserva" del Fideicomiso de Administración y serán empleados prioritariamente para el pago trimestral del RPI y del RPI-MR. No obstante, mediante el procedimiento descrito en el Apéndice 1 del presente Anexo, los saldos que correspondan de dicha cuenta serán transferidos a la cuenta de "Operación" y podrán ser empleados en el pago mensual del RPMO a favor del CONCESIONARIO.
- 8.7. El desembolso mensual del RPMO a favor del CONCESIONARIO se efectuará a través del Fideicomiso de Administración. El monto del RPMO que se desembolsará tomará en consideración lo siguiente:

- a. Hasta el último Día de los meses de setiembre del Año Calendario anterior el CONCESIONARIO presentará al Regulador y al CONCEDENTE su presupuesto mensual para el pago del RPMO del siguiente año. De presentarse observaciones a dichos presupuestos, por parte del CONCEDENTE o del Regulador, estas deberán ser presentadas al CONCESIONARIO hasta los diez (10) Días posteriores de recibidos los presupuestos. Las observaciones deberán ser levantadas por el



CONCESIONARIO en los 15 Días posteriores a la recepción de las observaciones.

Luego que el Regulador emita su opinión favorable y el CONCEDENTE apruebe los referidos presupuestos, el CONCEDENTE establecerá el presupuesto mensual del RPMO, el mismo que remitirá al Fiduciario para su registro y consideraciones para el desembolso.

- b. El CONCEDENTE se compromete a realizar las transferencias al Fideicomiso para sostener el flujo de pagos del RPMO por trimestre adelantado, es decir con una anticipación de 90 Días y de un monto equivalente a los tres meses de los RPMO correspondientes.
 - c. El Fiduciario con esta información procederá a administrar los flujos de pagos del RPMO presupuestado destinados en la cuenta de "Operación".
- 8.8. De acuerdo a lo señalado en el Anexo 7 del presente Contrato, el CONDEDEENTE podrá aplicar un Factor de Penalización (FP) de naturaleza variable al pago mensual del RPMO, el mismo que dependerá del cumplimiento de los Niveles de Servicio establecidos. El procedimiento de cálculo del Factor de Penalización (FP) se encuentra en el Anexo antes mencionado. El CONCEDENTE informará la aplicación de la penalidad al Fiduciario y este deducirá el pago del RPMO en este monto. El Factor de Penalización no podrá exceder de lo indicado en el Anexo 7 de Niveles de Servicio. Si alguna penalidad va por la vía de la solución de controversias, igual será cobrada y luego del resultado del proceso, se realizará los ajustes correspondientes.



**ANEXO 5
RÉGIMEN FINANCIERO**

**APÉNDICE 6
PROCEDIMIENTO PARA EL REEMBOLSO DE INVERSIONES ADICIONALES**



ANEXO 6
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS



**ANEXO 6
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS**

**APÉNDICE 1
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA LAS OBRAS CIVILES,
EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO**



ANEXO 6
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS

APÉNDICE 2
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA EL MATERIAL RODANTE



**ANEXO 6
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS**

**APÉNDICE 3
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA LA TERCERA ETAPA**



ANEXO 7
NIVELES DE SERVICIO



ANEXO 8
ÁREA DE LA CONCESIÓN



ANEXO 9
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SEMI DETALLADO



ANEXO 10
PENALIDADES APLICABLES AL CONTRATO

ANEXO 10: PENALIDADES APLICABLES AL CONTRATO

(*) Las penalidades indicadas en el presente Anexo se refieren a Días Calendario.

Tabla N° 1: Penalidades referidas a la Sección V del Contrato: Régimen de Bienes

Monto en UIT	Descripción de penalidad	Criterio de Aplicación
3.9 UIT	Traslado de los Bienes de la Concesión fuera del Área de la Concesión o su afectación a gravámenes, sin autorización del Concedente.	Cada vez
50% de UIT	Atraso en la entrega de los inventarios de los Bienes de la Concesión según corresponda.	Cada vez
3 UIT	No ejercer la defensa posesoria.	Cada vez

Tabla N° 2: Penalidades referidas a la Sección VI: Inversiones Obligatorias y Pruebas de Puesta en Marcha

Monto en UIT	Descripción de penalidad	Criterio de Aplicación
1 UIT	Atraso en la entrega del Plan de Desarrollo del Estudio Definitivo de Ingeniería dentro del plazo máximo establecidos en el Contrato.	Cada día
1 UIT	Atraso en la entrega del respectivo Estudio Definitivo de Ingeniería dentro del plazo máximo establecido en el Contrato.	Cada día
1 UIT	Atraso en la absolución de observaciones al Plan de Desarrollo del Estudio Definitivo de Ingeniería dentro del plazo máximo establecidos en el Contrato.	Cada día
1 UIT	Atraso en la absolución de observaciones al Estudio Definitivo de Ingeniería dentro del plazo máximo establecidos en el Contrato.	Cada día
1 UIT	No dar al CONCEDENTE y al Regulador, toda la información que solicite (sea esta información adicional) y el acceso a las actividades y estudios que realice para su labor.	Cada vez
2 UIT	No contar y mantener, a partir de la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias, con un Libro de Obra.	Cada vez
2 UIT	No permitir tanto al CONCEDENTE y al Regulador el libre acceso al Libro de Obra durante la Fase de Ejecución de Inversiones Obligatorias.	Cada vez
2 UIT	Atraso en el inicio de la Ejecución de Obras del Tramo que corresponda.	Cada día
12 UIT	Atraso en la Provisión de Material Rodante en los plazos establecidos en el presente Contrato, para cada uno de los Tramos.	Cada día por tren no entregado
20 UIT	Incumplimiento del CONCESIONARIO en el plazo máximo de la ejecución de Obras del Tramo que	Cada día



	corresponda.	
20 UIT	Incumplimiento del diseño de las Inversiones Obligatorias para alcanzar los Niveles de Servicio establecidos en el Anexo 7.	Cada día
1 UIT	Atraso en el plazo máximo para la culminación de las Pruebas de Puesta en Marcha.	Cada día
50% UIT	Atraso en la presentación de los Protocolos de Pruebas al Regulador, con copia al CONCEDENTE dentro del plazo máximo previsto.	Cada día
50% UIT	Atraso en el levantamiento de las observaciones notificadas durante las Pruebas de Puesta en Marcha.	Cada día
1 UIT	Atraso en el levantamiento de las observaciones notificadas durante la Puesta en Operación Comercial.	Cada día
2 UIT	Incumplimiento en el mantenimiento del tránsito y desvíos de tráfico.	Cada día

Tabla N° 3: Penalidades referidas a la Sección VIII: Explotación de la Concesión

Monto en UIT	Descripción de penalidad	Criterio de Aplicación
2 UIT	Atraso en el plazo máximo para el inicio de la Explotación por causas imputables al CONCESIONARIO.	Cada día
50% UIT	Atraso en la entrega de informes relativos al desarrollo de la Explotación de la Concesión.	Cada día
1 UIT	No remitir al Regulador diariamente el reporte con la información operativa y de demanda al día anterior.	Cada vez
25% UIT	No atender la solicitud del Regulador de reportes adicionales en el día solicitado.	Cada vez
1 UIT	No cumplir con los requisitos mínimos para la conformación del personal clave.	Cada día
1 UIT	Falsedad comprobada en el cumplimiento de las labores y/o funciones del personal clave.	Cada día

Tabla N° 4: Penalidades referidas a la Sección IX: Régimen Económico

Monto en UIT	Descripción de penalidad	Criterio de Aplicación
50% UIT	Atraso en la entrega de los estados financieros auditados.	Cada día
5 UIT	Incumplimiento en la publicación de los cambios de Tarifas.	Cada vez

Tabla N° 5: Penalidades referidas a la Sección X: Régimen Financiero

Cláusula Contrato	Monto en UIT	Descripción de penalidad	Criterio de Aplicación
Apéndice 3 del Anexo 5	50% UIT	Incumplimiento en la constitución del Fideicomiso de Administración en el plazo previsto.	Cada día



Tabla N° 6: Penalidades referidas a la Sección XIII: Consideraciones Socio Ambientales

Monto en UIT	Descripción de penalidad	Criterio de Aplicación
1 UIT	Atraso en el cumplimiento de las medidas de mitigación, compensación, prevención de riesgos, control de accidentes, y otras establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental.	Cada día
1 UIT	Atraso en la entrega de los informes socio ambientales durante la Ejecución de las Inversiones Obligatorias.	Cada día

Nota:

En los casos de incumplimientos no previstos en el presente Anexo, resultarán de aplicación las sanciones establecidas por el Regulador, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Infracciones y Sanciones vigente a la fecha de ocurrencia del incumplimiento o norma posterior que lo modifique o sustituya.

Asimismo, en los casos de incumplimiento no previstos en el presente Anexo, así como en el Anexo 7, Niveles de Servicio, resultarán de aplicación las infracciones aplicables en los sistemas eléctricos de transporte de pasajeros por parte del CONCEDENTE, de acuerdo a lo dispuesto en Decreto Supremo N° 039-2010-MTC, que aprueba el Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de Pasajeros en vías férreas que formen parte del Sistema Ferroviario Nacional o norma posterior que lo modifique o sustituya

El monto de la UIT a considerar será la vigente al momento de la aplicación de la penalidad correspondiente.



ANEXO 11
MODELO REFERENCIAL DE DECLARACIÓN DEL ACREEDOR PERMITIDO

Lima, de de 201.....

Señores
Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Jirón Zorritos N° 1203
Lima – Perú
Presente.-

Acreedor Permitido:

De acuerdo con lo previsto en el Contrato de Concesión de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, declaramos:

- a) Que, no nos encontramos sujetos a impedimentos ni restricciones (por vía contractual, judicial, arbitral, administrativa, legislativa u otra), para asumir y cumplir con el compromiso de financiar a _____ (CONCESIONARIO) hasta por el monto de _____, a efectos de que este esté en óptimas condiciones para cumplir con las obligaciones que le correspondan conforme al Contrato de Concesión _____.
- b) Por medio de la presente confirmamos que nuestros órganos internos competentes han aprobado una línea de crédito hasta por el monto de _____, a favor de _____ (CONCESIONARIO), la misma que está destinada a cumplir las obligaciones derivadas del Contrato de Concesión de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.
- c) Que cumplimos con los requisitos establecidos en el Contrato de Concesión de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, así como todos aquellos exigidos por las Normas legales aplicables, para clasificar como Acreedor Permitido, de conformidad con los términos que el Contrato de Concesión asigna a esta definición.

Atentamente,

Firma:

Nombre:
Representante del Acreedor Permitido.

Entidad:
Acreedor Permitido.



ANEXO 12
REQUISITOS MÍNIMOS DEL PERSONAL CLAVE



**ANEXO 13
SEGUROS**



ANEXO 14
RESPONSABILIDADES Y FUNCIONES DEL ASESOR TÉCNICO EN OPERACIÓN



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.01 – Especificaciones técnicas prestacionales



Índice

1	INTRODUCCIÓN	15
1.1	Estructura de las especificaciones técnicas.....	15
2	DEFINICIONES	17
2.1	Términos, siglas, abreviaturas.....	27
3	CÓDIGOS, NORMAS, ESPECIFICACIONES Y ESTÁNDARES APLICABLES	30
3.1	Introducción.....	30
3.2	Medidas.....	30
3.3	Generales.....	30
3.4	Seguridad y diseño funcional.....	31
3.5	Geología, geotécnica e hidráulica.....	31
3.6	Obras civiles e infraestructuras.....	34
3.7	Instalaciones no ferroviarias.....	35
3.7.1	Instalaciones eléctricas.....	35
3.7.2	Instalaciones mecánicas.....	37
3.7.3	Instalaciones hidráulicas.....	37
3.7.4	Protección contra incendio, Instalaciones y detección.....	37
3.7.5	Instalaciones de supervisión.....	39
3.8	Sistema ferroviario.....	40
3.8.1	Sistema de telecomunicaciones.....	41
3.8.2	Sistema de mando centralizado de automatización y control.....	42
3.8.3	Sistema de Alimentación Eléctrica.....	43
3.8.4	Sistema de control de pasajeros.....	46
3.8.5	Sistema de puertas de andén.....	47
3.8.6	Superestructura de la vía.....	48
3.9	Material rodante.....	51
3.10	Medio Ambiente.....	54
3.11	Materiales y ensayos.....	54
4	EXIGENCIAS PRESTACIONALES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	56
4.1	Previsión de la Demanda.....	56
4.2	Caracterización del sistema de transporte.....	56
4.2.1	Capacidad unitaria del tren-tipo y capacidad de transporte de proyecto.....	56
4.2.2	Simulación de la marcha del tren tipo.....	57
4.2.3	Programas de explotación y dimensionamiento del material rodante.....	57
4.3	Capacidad de Ampliación.....	58
4.4	Capacidad de las estaciones.....	58
4.5	Fiabilidad, Disponibilidad, Regularidad, Mantenibilidad, calidad del servicio (RAMS).....	58



4.5.1	Disponibilidad del servicio.....	59
4.5.2	Regularidad de la explotación.....	59
4.5.3	Tiempo de recorrido/velocidad comercial.....	59
4.5.4	Precisión de parada en andén.....	59
4.5.5	Requisitos de confiabilidad del servicio.....	59
4.5.6	Requisitos de disponibilidad de los subsistemas.....	60
4.5.7	Requisitos de mantenibilidad.....	60
4.5.8	Preparación del tren.....	60
4.5.9	Ingreso y salida de los pasajeros.....	61
4.5.10	Fiabilidad y Disponibilidad del material rodante.....	61
4.5.11	Índice de Calidad de las Estaciones.....	62
4.5.12	Índice de Calidad del Material Rodante.....	62
4.5.13	Índice de Satisfacción de los Usuarios.....	62
4.5.14	Índice de Fraude.....	62
4.5.15	Plan RAMS.....	63
5	REQUISITOS TECNOLÓGICOS DEL SISTEMA DE LÍNEA Y DEL MATERIAL RODANTE.....	64
5.1	Descripción general.....	64
5.2	Requisitos de proyecto.....	64
5.3	Requisitos funcionales.....	65
5.3.1	Marcha automática.....	65
5.3.2	Flexibilidad en operación.....	66
5.3.3	Inversión automática en las estaciones terminales.....	66
5.3.4	Puesto Central de Supervisión (PCS).....	66
5.3.5	Recuperación de un tren con falla en línea.....	67
5.3.6	Seguridad.....	68
5.3.7	Tolerancia a fallas.....	68
5.3.8	Sistema de control.....	68
5.3.9	Seguridad contra actos criminales.....	68
5.4	Confort de los pasajeros.....	69
5.4.1	Confort durante la marcha.....	69
5.4.2	Ruido y Vibraciones.....	69
5.4.3	Aspectos varios de calidad del servicio.....	69
5.5	Situaciones de Emergencia.....	69
5.5.1	Interrupción de la circulación debido a fallas.....	69
5.5.2	Incendio.....	69
5.5.3	Evacuación de emergencia de los pasajeros.....	70
5.6	Vías principales.....	70
6	SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN.....	73



6.1	Características tecnológicas	73
6.2	Rendimiento del sistema	73
6.2.1	Localización de los trenes	73
6.2.2	Protección de la marcha	73
6.2.3	Abertura y cierre de las puertas	73
6.2.4	Conducción automatizada.....	74
6.2.5	Conducción manual	74
6.2.6	Puertas de andén.....	74
6.2.7	Gestión centralizada de la circulación	75
6.2.8	Gestión de los accesos y salidas de los patios.....	76
6.2.9	Sistemas para la seguridad de los usuarios durante el servicio	76
6.2.10	Gestión de la recuperación de energía	76
6.3	Mando centralizado, control y supervisión	76
7	TELECOMUNICACIÓN	78
7.1	Video vigilancia	78
7.2	Difusión sonora	78
7.3	Red de sincronización horaria.....	79
7.4	Sistemas telefónicos.....	79
7.5	Radio tierra-metro	79
7.6	Sistema de transmisión	79
7.7	Cables de fibra óptica	80
7.8	Sistemas de paneles de informaciones para los usuarios (SPI).....	80
B	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y TRACCIÓN ELÉCTRICA	81
8.1.1	Dimensionamiento del sistema eléctrico para la tracción.....	81
8.1.2	Definición del sistema de alimentación.....	81
8.1.3	Sistema de tracción al interior del patio.....	82
8.2	Subestaciones rectificadoras (SER).....	82
8.2.1	Mando y control de las subestaciones.....	83
8.2.2	Tablero de media tensión para tensiones de 20kV	83
8.2.3	Grupo rectificador.....	83
8.2.4	Sección de servicios auxiliares	83
8.2.5	Cuadro sinóptico de control	83
8.3	Instalaciones de la SER	84
8.3.1	Sistema de iluminación y energía de baja tensión	84
8.3.2	Sistema de ventilación	84
9	SISTEMA DE PUERTAS DE ANDÉN.....	85
9.1	Funcionalidades del sistema	85
9.2	Modos de funcionamiento.....	86



9.2.1	Secuencia de inicio (llegada del tren).....	86
9.2.2	Secuencia final (salida del tren).....	86
9.2.3	Modos manuales degradados.....	86
9.3	Los requisitos de desempeño.....	86
9.4	Funciones.....	87
9.5	Seguridad.....	87
9.6	Bloqueo.....	87
9.7	Detección de obstrucción.....	88
9.8	Modo manual.....	88
9.9	Estructuras.....	88
9.10	Performances.....	89
9.10.1	Tiempo de maniobra.....	89
9.10.2	Resistencia mecánica.....	89
9.10.3	Resistencia al Fuego.....	89
9.10.4	Disponibilidad.....	90
9.11	Datos principales.....	90
9.12	Pruebas.....	90
9.13	Las pruebas del MSD después de la instalación.....	91
9.14	Las pruebas de todo el MSD en una plataforma al mismo tiempo.....	91
10	SISTEMA DE CONTROL DE PASAJEROS.....	93
10.1	Generalidad.....	93
10.2	Compatibilización con el sistema de Recaudo del SIT.....	93
10.3	Características del Sistema.....	93
10.4	Características de los equipos.....	94
11	MATERIAL RODANTE.....	95
11.1	Requisitos generales.....	95
11.2	Dimensionamiento de los parámetros.....	95
11.3	Capacidad de tren tipo.....	95
11.4	Masa y condiciones de carga.....	96
11.5	Circulación en curva y en flexo.....	96
11.6	Accesibilidad.....	96
11.7	Seguridad para los pasajeros.....	96
11.7.1	Comunicación convoyes/Puesto Central.....	96
11.7.2	Sistema de video vigilancia.....	97
11.8	Sistemas de información a bordo.....	97
11.9	Diagnóstico y monitoreo.....	97
11.10	Ruido y vibraciones.....	97
11.10.1	Ruido.....	97



11.10.2	Vibraciones	98
11.11	Iluminación	98
11.11.1	Alumbrado normal	98
11.11.2	Alumbrado de emergencia.....	98
11.11.3	Nivel de Iluminación.....	98
11.11.4	Iluminación externa y natural.....	99
11.12	Climatización	99
11.13	Tracción, conducción y frenado.....	100
11.13.1	Moto degradado.....	100
11.13.2	Alimentación y funcionamiento de las instalaciones eléctricas	100
11.13.3	Interruptor extra rápido	101
11.13.4	Sistema Antipatinaje – Antideslizamiento.....	101
11.13.5	Red y componentes de baja y media tensión.....	102
11.13.6	Alimentación de emergencia - Baterías.....	102
11.13.7	Compatibilidad electromagnética.....	103
11.13.8	Compatibilidad en la interface rueda – riel	103
11.13.9	Ahorro energético	104
11.13.10	Motores de tracción.....	104
11.13.11	Ruedas, bogies y suspensiones	104
EL BOGIE SERÁ BIMOTOR.	104	
11.13.12	Areneras y dispositivo engrasador de las pestañas.....	105
11.13.13	Sistema neumático.....	105
11.13.14	Frenado	106
11.13.15	Enganches.....	106
11.14	Cajas.....	107
11.14.1	Diseño.....	107
11.14.2	Estructura.....	107
11.14.3	Pasillo de intercirculación	108
11.14.4	Piso del coche.....	108
11.14.5	Puertas.....	109
11.14.6	Asientos	109
11.14.7	Soportes para pasajeros.....	110
11.14.8	Techos	110
11.14.9	Ventanas y cristales frontales.....	110
11.14.10	Aislamiento termico e impermeabilidad.....	111
11.14.11	Partes externas	111
11.14.12	Protección en contra de la corrosión y pintura.....	111
11.14.13	Accesibilidad para mantenimiento.....	111



11.14.14	Requisitos para la eliminación de las barreras arquitectónicas	112
11.14.15	Central de guía manual	112
11.15	Seguridad contra incendios, humo y gases tóxicos	112
11.15.1	Sistema de alarma	112
11.16	Pruebas preliminares y de puesta en marcha.....	113
11.16.1	Pruebas de prototipo	113
11.16.2	Pruebas de tipo.....	113
11.16.3	Pruebas de serie.....	114
11.16.4	Puesta en marcha.....	114
12	LA SUPERESTRUCTURA DE LA VÍA.....	115
12.1	Generalidad	115
12.2	Trazado de la Vía.....	116
12.3	Estabilidad de la vía.....	116
12.3.1	Elasticidad de la vía.....	116
12.3.2	Resistencia longitudinal y transversal de la vía.....	116
12.3.3	Resistencia longitudinal del riel	117
12.4	Demostración de performance y homologación previa a la Puesta en Operación.....	117
12.4.1	Informes de cálculo.....	117
12.4.2	Pruebas de homologación.....	117
12.4.3	Ensayos estáticos en laboratorio.....	117
12.4.4	Ensayos dinámicos en laboratorio.....	117
12.4.5	Ensayos en la vía	118
12.5	Control de Vibraciones y Ruido Secundario.....	118
12.6	Características eléctricas.....	118
13	PROYECTO FUNCIONAL	119
13.1	Esquema funcional de la línea.....	119
13.2	Requisitos del trazado.....	119
13.3	Estaciones	120
13.3.1	Referencias.....	120
13.3.2	Factores de diseño	121
13.3.3	Objetivos de diseño	122
13.3.4	Criterios de diseño.....	122
13.3.5	Criterios Base	122
13.3.6	Tipología de Estaciones	123
13.3.7	Plano de estación	123
13.3.8	Circulación de los pasajeros en las estaciones.....	125
13.3.9	Diseño de los andenes	130
13.3.10	Diseño del entrepiso.....	132



13.3.11	Diseño del vestíbulo	132
13.3.12	Diseño de los accesos	134
13.3.13	Diseño de escalera mecánicas, escaleras fijas y ascensores	135
13.3.14	Diseño de pasillos y rampas	136
13.3.15	Diseño del acceso para el mantenimiento	137
13.3.16	Seguridad	138
13.3.17	Instalaciones públicas	139
13.3.18	Locales técnicos	140
13.3.19	Verificación y cálculos	141
13.4	Pozos de emergencia y ventilación	141
13.5	Túnel	142
13.6	Tramos especiales para el estacionamiento de trenes	143
13.7	Talleres y Cocheras	143
13.7.1	Configuración general	143
13.7.2	Reglamentación	143
13.7.3	Factores de diseño	145
13.7.4	Objetivos de diseño	147
13.7.5	Criterios de diseño	147
13.7.6	Criterios Base	148
13.7.7	Organización de las cocheras y de los edificios	150
13.7.8	Locales Estándar	150
13.7.9	Oficinas y otras áreas dedicadas al personal del Patio encargado del mantenimiento de los trenes, de la administración y de la gerencia y control	156
13.7.10	Sistema viario de acceso	156
13.7.11	Drenaje	157
14	DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y ACABADOS	159
14.1	Diseño arquitectónico de Estación	159
14.1.1	Identidad corporativa	159
14.2	Acabados de las Estaciones	159
14.2.1	Pisos	159
14.2.2	Escaleras	162
14.2.3	Revestimientos	163
14.2.4	Techos Falsos	165
14.2.5	Pinturas y barnices	168
14.2.6	Carpinterías metálicas	170
14.2.7	Obras en vidrio	171
14.2.8	Ventanales, puertas y accesorios	172
14.2.9	Mobiliario y accesorios	174



14.2.10	Locales técnicos	174
14.3	Señalización	175
14.3.1	Elementos de señalización	176
14.3.2	Soportes en chapa de aluminio serigrafiada	176
14.3.3	Soportes en chapa de acero serigrafiada	177
14.3.4	Soportes para señalización, folletos informativos	177
14.3.5	Película adhesiva	177
14.3.6	Paneles táctiles	177
14.3.7	Principios generales para el diseño del sendero táctil y respectiva señalización	178
14.4	Túnel	179
14.5	Pozos	179
14.5.1	Locales técnicos	179
14.6	Disposiciones de los exteriores	180
14.6.1	Recorridos peatonales	181
14.6.2	Cruces peatonales	181
14.6.3	Seguridad	181
14.6.4	Mantenimiento	182
14.7	Talleres y cocheras	182
14.7.1	Talleres	183
14.7.2	Impermeabilización de la cubierta a shed	186
14.7.3	Edificios técnicos	186
14.7.4	Oficinas y áreas públicas	187
14.7.5	Obras externas	190
15	INSTALACIONES NO FERROVIARIAS	193
15.1	Instalaciones de las estaciones	193
15.1.1	Cabina MT/ BT	193
15.1.2	Grupo estático de continuidad	194
15.1.3	Paneles de distribución de energía	194
15.1.4	Instalaciones de iluminación	195
15.1.5	Tomas de corriente	196
15.1.6	Líneas de alimentación eléctrica	197
15.1.7	Anti intrusión	197
15.1.8	Detección de incendios	198
15.1.9	Escaleras mecánicas	198
15.1.10	Ascensores	199
15.1.11	Sistemas de ventilación	200
15.1.12	Sistema antiincendio	201
15.1.13	Sistema hídrico sanitario y servicios higiénicos	202



15.1.14	Sistema de refrigeración para locales tecnológicos	203
15.1.15	Sistema de recolección y elevación de las aguas claras	203
15.1.16	Sistema de recolección y elevación de las aguas negras	203
15.2	Instalaciones del túnel	204
15.2.1	Sistema de iluminación en el túnel	204
15.2.2	Sistema de distribución de potencia en túnel	204
15.2.3	Interruptores de emergencia de línea	204
15.2.4	Sistema antiincendio	205
15.3	Pozos de emergencia y ventilación	205
15.3.1	Sistema de iluminación	205
15.3.2	Sistema antiincendio	205
15.3.3	Sistema de ventilación	205
15.4	Sistemas de puesta a tierra	206
15.5	Sistemas del Patio-Taller	206
15.5.1	Instalaciones eléctricas	206
15.5.2	Instalaciones especiales	209
15.5.3	Instalaciones mecánicas	210
15.5.4	Termoventilación y acondicionamiento	210
15.5.5	Agua industrial	211
15.5.6	Agua potable fría y agua caliente sanitaria	212
15.5.7	Antiincendio	212
15.5.8	Eliminación de aguas servidas	213
15.5.9	El aire comprimido	214
15.5.10	Ascensores y montacargas	214
15.5.11	Sistema de lavado trenes	215
15.5.12	Torno de foso para reperfilamiento de ruedas	216
15.5.13	Sistema de columnas elevadoras	216
15.5.14	Sistema de pintura	216
15.5.15	Almacén automatizado	216
15.5.16	Sistemas móviles de diagnóstico	217
15.5.17	Otros equipos	217
16	ESTUDIOS PRELIMINARES	219
16.1	Levantamientos topográficos	219
16.2	Investigaciones geotécnicas adicionales (IGA)	220
16.2.1	General	220
16.2.2	Distancia máxima admitida entre las Obras y las investigaciones	221
16.2.3	Principios para la definición de la profundidad de los sondeos	221



16.2.4	Principios para la definición del número mínimo de sondeos con recuperación continua de testigo	221
16.2.5	Investigación de bloques de roca y/o basamento rocoso	222
16.2.6	Informes Geotécnicos	222
16.2.7	Contexto geodinámico y condiciones especiales	227
16.3	Investigación de las estructuras en la Etapa de Ingeniería de Detalle	227
16.4	Investigación de las redes de servicio	228
16.5	Hallazgos arqueológicos, paleontológicos, ruinas y sitios históricos	229
17	CRITERIOS PARA LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS	231
17.1	General	231
17.2	Contenido mínimo de los estudios definitivos	231
17.3	Normas y Estándares para el diseño	231
17.4	Requerimientos de durabilidad	232
17.4.1	Vida de Diseño y Vida Residual de Diseño	233
18	CRITERIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE OBRAS CIVILES	234
18.1	Cargas y requisitos de carga para las secciones subterráneas	234
18.1.1	General	234
18.1.2	Cargas Nominales	234
18.1.3	Cargas de Diseño	234
18.1.4	Carga de tren	235
18.1.5	Fatiga	236
18.1.6	Efectos dinámicos	237
18.1.7	Descarrilamiento	237
18.1.8	Temperatura	237
18.1.9	Carga del viento	237
18.1.10	Carga sísmicas	237
18.1.11	Construcción / Montaje	237
18.1.12	Contracción y fluencia	238
18.1.13	Movimiento / Distorsión	238
18.1.14	Presión de tierra y carga hidrostática	238
18.1.15	Nivel freático y cargas de subpresión	238
18.1.16	Cargas de carreteras	239
18.1.17	Sobrecargas	240
18.1.18	Cargas de Fuego	240
18.1.19	Movimiento Diferencial entre estructuras en línea	240
18.1.20	Combinación de cargas	240
18.2	Estructuras subterráneas	240
18.2.1	Principios Generales	240



18.2.2	Principios de diseño.....	241
18.2.3	Soporte de Excavación.....	242
18.2.4	Informes de Diseño.....	242
18.2.5	Declaración del Método en el Informe de Diseño.....	242
18.2.6	Criterios de deflexión.....	243
18.2.7	Criterio de durabilidad.....	243
18.2.8	Propiedades de los materiales.....	244
18.2.9	Tiempo de resistencia al fuego.....	244
18.2.10	Recubrimiento mínimo de refuerzo.....	245
18.2.11	Condiciones de exposición.....	245
18.2.12	Ancho de las fisuras.....	246
18.2.13	Impermeabilización.....	247
18.2.14	Mampostería.....	247
18.3	Obras Temporales.....	247
18.3.1	Principios Generales.....	247
18.3.2	Diseño de Soportes Temporales de Excavación.....	247
18.3.3	Estabilidad de la Base de Excavación.....	248
18.3.4	Apuntalamiento de Estructuras de Edificios Existentes.....	248
18.3.5	Movimientos del terreno.....	248
18.3.6	Drenado durante la Construcción.....	248
18.3.7	Mejoramiento del terreno.....	249
18.3.8	Detalles de conexiones.....	249
18.4	Diseño de los túneles.....	250
18.4.1	General.....	250
18.4.2	Soportes de Primera fase para túneles.....	254
18.4.3	Revestimiento definitivo del túnel.....	257
18.4.4	Estabilidad del Frente de excavación.....	260
18.4.5	Predicción de los asentamientos debido a la excavación de túneles.....	262
18.5	Diseño de las obras externas.....	266
18.5.1	General.....	266
18.5.2	Cargas.....	267
18.5.3	Combinación de cargas.....	268
18.6	Diseño de las instalaciones.....	268
19	CRITERIOS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	270
19.1	Túneles.....	270
19.1.1	Túnel realizado con excavación mecanizada (TBM).....	270
19.1.2	Elección de la tecnología de excavación.....	270
19.1.3	Gestión de la construcción del túnel con tuneladora.....	271



19.1.4	Túnel subterráneo realizado con excavación con método "tradicional"	273
19.1.5	Línea de túnel en secciones de línea artificiales en trincheras	275
19.2	Estaciones	275
19.2.1	Sistema constructivo.....	275
19.2.2	Muros colados (diafragmas) o pantallas de pilotes	276
19.2.3	Elaboración de las juntas.....	277
19.2.4	Excavaciones en presencia del nivel freático.....	279
19.2.5	Obras provisionales	279
19.2.6	Entrada y salida de la TBM en la estación	280
19.3	Pozos de ventilación, de bombeo y de salida de emergencia	281
19.3.1	Concepción	281
19.3.2	Metodología Constructiva	281
19.4	Mejoramiento del suelo y protección de las obras existentes	282
19.4.1	Inyecciones de lechada cementosa y químicas no contaminantes.....	282
19.4.2	Jef-grouting	283
19.4.3	Tratamiento de compactación y drenaje	284
20	IMPACTO AMBIENTAL	285
21	SISTEMA DE CALIDAD	286
21.1	Generalidad	286
21.2	Documentos del Sistema de Calidad	286
22	PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL DEL SISTEMA	287
22.1	Generalidades	287
22.2	Tipos de Mantenimiento	288
22.2.1	Mantenimiento de Rutina	288
22.2.2	Mantenimiento extraordinario	288
22.3	Requisitos	288
22.4	Criterios para la realización del mantenimiento	290
22.4.1	Sistemas de gestión de mantenimiento.....	290
22.4.2	Los controles e inspecciones.....	290
22.4.3	El personal de mantenimiento	291
22.4.4	Gestión de los repuestos	291
22.4.5	Plan de mantenimiento	292
22.5	Mantenimiento y renovación de material rodante	292
22.5.1	Planes de mantenimiento	292
22.5.2	Mantenimiento menor	293
22.5.3	Mantenimiento medio	293
22.5.4	Mantenimiento grande	293
22.5.5	Revisiones programadas	293



22.5.6	Organización del material rodante.....	294
22.6	Mantenimiento, vehículos de servicios y equipamientos.....	294
22.6.1	Objetivos del mantenimiento	294
22.6.2	Mantenimiento de equipos y herramientas para la verificación y medidas.....	294
22.7	Mantenimiento de las instalaciones de sistema ferroviario.....	295
22.7.1	Criterios para facilitar el mantenimiento	295
22.7.2	Programa de mantenimiento	295
22.7.3	Organización de los Mantenimientos Preventivos.....	295
22.7.4	Organización del Mantenimiento Correctivo.....	296
22.8	Mantenimiento de la vía férrea	297
22.9	Mantenimiento de instalaciones no ferroviarias	297
22.9.1	Nivel de Servicio	297
22.9.2	Criterios para facilitar el mantenimiento	298
22.9.3	Programa de mantenimiento	298
22.10	Mantenimiento de obras civiles y de edificación	299
22.10.1	Objeto del mantenimiento.....	299
22.10.2	El nivel de servicio	299
22.10.3	Objetivos de mantenimiento	299
22.10.4	La regularidad del servicio.....	299



1 INTRODUCCIÓN

La Línea 2 de la Red Básica del Metro de Lima, que conecta los distritos del Este de Lima (Ate, Santa Anita) con los del centro de Lima y Callao (eje Este-Oeste), sirve de complemento y se integra a la Línea 1 del Metro de Lima (Villa El Salvador - San Juan de Lurigancho) y Línea 1 del Metropolitano (Chorrillos - Independencia) que tiene recorridos Sur-Norte.

El tramo de la Línea 4 del Metro conecta la zona de los barrios adyacentes al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez con el sistema masivo de transporte de la ciudad, por la Av. Elmer Faucett, desde la Av. Néstor Gambetta hasta el distrito de Bellavista en la Provincia de Callao.

Las características generales de la línea, el trazado, las estaciones, así como los vínculos, las observaciones y requisitos expresados por los órganos institucionales competentes se encuentran en los documentos siguientes:

- Contrato de Concesión
- Bases del Concurso de Proyectos Integrales para la Concesión de "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"
- Proyecto Referencial

1.1 Estructura de las especificaciones técnicas

Tabla 1. Listado de las especificaciones técnicas

Nº	Título
01	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PRESTACIONALES
02	ESTUDIOS DEFINITIVOS - CONTENIDOS MÍNIMOS Y PLAZOS DE ENTREGA
03	REUNIONES OFICIALES DEL PROYECTO
04	CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
05	PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
06	HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO
07	MONITOREO
08	SERVICIOS TOPOGRÁFICOS A REALIZAR POR EL CONCESIONARIO
09	OBRADORES (INSTALACIONES Y SERVICIOS DE APOYO PROVISIONALES PARA LA CONSTRUCCIÓN)
10	DEMOLICIONES
11	LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL TERRENO
12	DRENAJE
13	CORTE, ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS Y OBRAS AUXILIARES
14	PARQUIZACIÓN
15	MATERIALES Y EQUIPOS
16	EVACUACIÓN Y DEPÓSITO DEL MATERIAL EXCAVADO
17	EXCAVACIONES Y RELLENOS A CIELO ABIERTO
18	MEJORAMIENTO DEL SUELO
19	MICROPILOTES Y SOLDIER PILES
20	MUROS COLADOS
21	PILOTES EXCAVADOS



N°	Título
22	MEMBRANAS GEOTEXTILES
23	ENCOFRADO DEL HORMIGÓN
24	ARMADURAS PARA HORMIGÓN
25	JUNTAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN
26	HORMIGÓN
27	MORTEROS
28	HORMIGÓN PREMOLDEADO
29	ESTRUCTURAS METÁLICAS Y TRABAJOS MISCELÁNEOS EN METAL
30	CONSTRUCCIÓN Y REVESTIMIENTO DE TUNELES ESCAVADOS CON TBM
31	CONSTRUCCIÓN Y REVESTIMIENTO DE TUNELES ESCAVADOS CON MÉTODOS CONVENCIONALES
32	ESTANQUEIDAD
33	PROTECCIÓN Y REUBICACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS



2 DEFINICIONES

Toda referencia efectuada en este documento a "Numeral", "Literal", "Formulario" y "Anexo", se deberá entender efectuada a los numerales, literales, formularios y anexos de estas Especificaciones respectivamente, salvo indicación expresa en sentido distinto.

Las expresiones en singular comprenden en su caso, al plural y viceversa. Las referencias a "Días" deberán entenderse efectuadas a los días que no sean sábado, domingo o feriado no laborable en la ciudad de Lima. También se entienden como feriados los días en que los bancos en la ciudad de Lima no se encuentran obligados a atender al público por disposición de la Autoridad Gubernamental.

Todas las referencias horarias se deberán entender efectuadas a la hora local del Perú.

Los términos que figuren en mayúsculas en las presentes Especificaciones y que no se encuentren expresamente definidos en éstas, corresponden a Normas Aplicables, o a términos definidos en el Contrato, o al significado que se le dé a los mismos en el uso de las actividades propias del desarrollo del Proyecto o, en su defecto, a términos que son corrientemente utilizados en mayúsculas, de acuerdo al ordenamiento jurídico peruano.

En estas Especificaciones los siguientes términos tendrán los significados que a continuación se indican:

Agencia de Promoción de la Inversión Privada - PROINVERSIÓN: Es la entidad del Estado de la República del Perú a que se refiere el Decreto Supremo N° 027-2002-PCM y el Decreto Supremo N° 034-2008-PCM, encargada, entre otras funciones, promover la inversión privada en obras públicas de infraestructura y de servicios públicos que pueden ser entregados en concesión al sector privado de acuerdo a las Normas Aplicables.

Es el organismo al que se refiere el Decreto Supremo N° 042-2009-EF encargado, entre otras funciones, de promover la inversión privada en obras públicas de infraestructura y servicios públicos.

AATE: Autoridad Autónoma del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, entidad creada mediante el Decreto Supremo N° 001-86-MIPRE con rango de ley otorgado mediante Ley N° 24565, cuya organización es adecuada por Resolución Ministerial N° 508-2009-MTC/01.

As-built (Planos Conforme a Obra). Son los Planos de Construcción que se actualizarán durante o al final de la construcción para delinear el estado real de la obra en los lugares respectivos. Los Planos Conforme a Obra contendrán todos los adicionales, modificaciones y aclaraciones realizados en los Planos de Construcción incluyendo, pero no limitados a los que se realicen bajo aclaraciones de planos por el Jefe de Obra, modificaciones, y toda la información adicional que sea necesaria para la construcción de la obra, y que no se haya indicado en los Planos de Construcción. Los Planos Conforme a Obra también deberán ubicar en ellos todas las instalaciones existentes encontradas durante la ejecución, así como la ubicación final de la obra, objeto del contrato. La ubicación exacta de las obras objeto del contrato y existentes deberá ser determinada por medio de relevamiento topográfico.

Asesor Técnico en Operación: Es la Persona Jurídica que acredite capacidad en la operación de la Concesión de acuerdo a lo establecido en las Bases. Asimismo, el Asesor Técnico en Operación participará en la Concesión a través de la suscripción del Contrato de Asistencia Técnica para la Operación, sea o no un accionista o participante del Concesionario.

ATO, ATP, ATS: sistemas de control automático y continuo del tren, que utilizan determinación en alta resolución de la ubicación de un tren independiente de circuitos de vía; que está basado



en la comunicación continua y de alta capacidad de datos entre el tren y la vía; y con procesadores tanto en el tren como en la vía capaces de implementar funcionalidades de protección (Automatic Train Protection, ATP), y opcionalmente funcionalidades de control (Automatic Train Operation, ATO) y supervisión (Automatic Train Supervision, ATS)

Autoridad Ambiental Competente: Es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Asuntos Socio Ambientales o la autoridad ambiental gubernamental, que de acuerdo a las Leyes y Disposiciones Aplicables ejerza competencia en dicho ámbito

Autoridad Gubernamental: Cualquier autoridad judicial, legislativa, política o administrativa del Perú facultada conforme a las Normas Aplicables y dentro del ejercicio de sus funciones, para emitir o interpretar normas o decisiones, generales o particulares, con efectos obligatorios para quienes se encuentren sometidos a sus alcances.

Avance de Obra: Es el progreso que va teniendo la construcción de las obras y que es reconocida mediante los CAOs.

Bienes de la Concesión: Son los bienes definidos como tales en el Contrato de Concesión.

Buenas Prácticas de Ingeniería y Construcción: Significa el ejercicio de un grado de habilidad, diligencia y prudencia que corresponden a expertos en diseño, ingeniería y construcción, capaces y experimentados, dedicados a realizar el mismo tipo de proyectos que son materia de este Contrato, aplicando los estándares generalmente aceptados a nivel nacional e internacional en la construcción, equipamiento y operación de Obras similares.

Capacidad de transporte: Es el número de pasajeros por hora que el CONCESIONARIO puede transportar efectivamente en la línea durante las horas de punta, la cual no debe ser menor que la demanda de viajes real de pasajeros.

Capacidad de Transporte de Proyecto: Es la capacidad de pasajeros que se utiliza como referencia para el cálculo. Esta capacidad se mide estáticamente, con una densidad de 6 pasajeros por metro cuadrado.

Capacidad de Transporte Ofertada: Es la capacidad efectiva de pasajeros del conjunto de los coches nuevos que el Adjudicatario ofreció suministrar en el Concurso.

Certificado de Avance de Obra (CAO): Es el Certificado de Avance de Obra emitido por el MTC, conforme a la evaluación y certificación del avance de la Construcción ejecutada por el Concesionario en los términos establecidos en el Contrato.

Coche: Vehículo ferroviario destinado al transporte de pasajeros.

Cofinanciamiento de Obras y del Material Rodante (COF1): Es el pago por la ejecución de Obras y de la Provisión de Material Rodante, de características de no reintegrable, que realiza el Estado de la República del Perú y que le será entregado al Concesionario en los términos y condiciones establecidos en el Contrato de Concesión y que será comunicado por Circular.

Concedente: Es el Estado de la República del Perú, actuando a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Concesión: Es la relación jurídica de derecho público que se establece entre el Concedente y el Concesionario a partir de la suscripción del Contrato, mediante la cual el Concedente otorga al Concesionario el derecho de construir, operar y transferir la Infraestructura y el Material Rodante del Proyecto, de acuerdo a lo que establezca el Contrato de Concesión y con sujeción a lo dispuesto en las Normas Aplicables.

Concesionario: Es la persona jurídica constituida en el Perú por el Adjudicatario, que celebra el Contrato de Concesión con el Concedente.



Consortio: Es la agrupación de dos o más Personas Jurídicas que carece de personería jurídica independiente a la de sus miembros, que ha sido conformada con la finalidad de participar como Postor en el Concurso. Esta definición también será aplicable para el caso del Constructor, el Proveedor de Material Rodante, el Proveedor de Equipamientos y para el Operador.

Conservación: Es el conjunto de actividades efectuadas a partir de la Toma de Posesión, con el objeto de preservar, recuperar o alargar la vida de los Bienes de la Concesión de modo que el CONCESIONARIO pueda dar cumplimiento a los Niveles de Servicio establecidos en el presente Contrato. La Conservación incluye el mantenimiento de todos los Bienes de la Concesión.

Construcción: Comprende todas las Obras necesarias para la implementación, puesta en servicio y funcionamiento de la Concesión de los Tramos, que incluyen: (1) la realización de obras de diversa naturaleza (incluidas las de rehabilitación o de mejoramiento) y (2) el Equipamiento.

Constructor: Es la persona jurídica, o un Consorcio de éstas, que suscribirá el o los Contratos de Construcción de la Concesión con el Adjudicatario.

Contrato de Concesión o Contrato: Es el Contrato y los anexos que lo integran, por el cual se entrega en Concesión el Diseño, la Construcción, los Equipamientos, la Operación y el Mantenimiento de la Infraestructura del Proyecto y el Material Rodante. Asimismo, en este Contrato se regula la prestación del Servicio y demás condiciones establecidas para dichos efectos entre el Concesionario y el Concedente.

Contrato de Asistencia Técnica para la Operación: Es el contrato que será celebrado entre el Concesionario y el Asesor Técnico en Operación para que este último, por cuenta del Concesionario, se haga cargo de las obligaciones establecidas en el Contrato de Concesión.

Contrato de Construcción: Es el contrato celebrado entre el Concesionario y el Constructor para que éste último, por cuenta del Concesionario, se haga cargo de la Construcción de las Obras de la Concesión. La celebración de este contrato no limitará las responsabilidades del Concesionario.

Contrato de Provisión de Material Rodante: Es el contrato que será celebrado entre el Concesionario y el Proveedor de Material Rodante para que éste último, por cuenta del Concesionario, se haga cargo de la provisión, instalación, pruebas y puesta en marcha del Material Rodante de la Concesión. La celebración de este contrato no limitará las responsabilidades del Concesionario.

Contrato de Provisión de Equipamientos: Es el contrato que será celebrado entre el Concesionario y el Proveedor de Equipamientos para que éste último, por cuenta del Concesionario, se haga cargo del Equipamiento tanto de los sistemas como del Equipamiento Electromecánico. La celebración de este contrato no limitará las responsabilidades del Concesionario.

Contrato de Operación: Es el contrato que será celebrado entre el Concesionario y el Operador para que éste último, por cuenta del Concesionario, se haga cargo de la operación de la Concesión. La celebración de este contrato no limitará las responsabilidades del Concesionario.

Contrato de Mantenimiento de Material Rodante: Es el contrato que será celebrado entre el Concesionario y el proveedor del material rodante, para el mantenimiento del mismo, la asistencia técnica y la provisión de repuestos. La celebración de este contrato no limitará las responsabilidades del Concesionario.



Convenio de Asistencia Técnica: Es el convenio de colaboración administrativa entre PROINVERSIÓN y el MTC - AATE para la asistencia técnica a esta entidad en el desarrollo y conducción del Concurso regulado en estas Bases.

Costos Totales del Servicio: Son los costos de Inversión Total y de Operación y Mantenimiento en los que incurre el Concesionario durante el Plazo de Concesión.

Cronograma de Trabajo: Secuencia cronológica de las diferentes etapas, actividades y frentes de obra en los que el Postor organiza y desarrolla el Plan General de Trabajo.

Demanda de Pasajeros Diaria: Es el número de pasajeros referenciales que se tomará en cuenta para el dimensionamiento del sistema del transporte público.

Derecho de Vía: Es la franja de territorio de dominio público del Estado o en proceso de adquisición por parte de éste, aprobado mediante Decreto Legislativo N° 418, dentro del cual se encuentra el Área de la Concesión. El Derecho de Vía se entrega en el estado en que se encuentra a la fecha de Toma de Posesión. El detalle y dimensiones del Derecho de Vía se encuentran definidos en las normas legales vigentes y el reglamento del SETMLC (Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao).

Días: Son los días hábiles, es decir, que no sean sábado, domingo o feriado no laborable en la ciudad de Lima. También se entienden como feriados los días que no sean laborables para el sector público.

Dólar, Dólar de los Estados Unidos de América o US\$: Es la moneda o el signo monetario de curso legal en los Estados Unidos de América.

Toma de Posesión: Significará el procedimiento de entrega al Concesionario de los terrenos donde se realizarán las Obras del Proyecto, según lo señalado en el Contrato de Concesión; además de la documentación técnica y legal que sustente la posesión y acciones del Concesionario en el ámbito del Proyecto. Esta definición se complementará en el Contrato de Concesión.

Equipamiento Electromecánico: Es el conjunto de escaleras mecánicas, ascensores, equipo de aire acondicionado y ventilación, alumbrado.

Equipamiento de Sistemas: Es el conjunto del sistema ferroviario: superestructura ferroviaria, alimentación eléctrica, señalización, telecomunicaciones, control de pasajeros, recaudo.

Equipamientos: Están conformados por: Equipamiento Electromecánico y Equipamiento de Sistemas.

Especificaciones Técnicas: Son los requerimientos, términos y condiciones técnicos mínimos necesarios para la ejecución del Estudio Definitivo, la Construcción de las Obras, la Provisión de Equipamientos, la Provisión de Material Rodante y el montaje y las pruebas de los equipos y sistemas hasta la culminación y puesta en Operación Comercial del Proyecto, que deberán ser cumplidos por el Concesionario.

Estudio de Impacto Ambiental (EIA): Es el estudio que tiene como objetivo identificar, predecir, interpretar, valorar y comunicar los impactos ambientales y sociales que la ejecución de las Obras y la Explotación, podrían ocasionar en los diversos componentes del ambiente, calidad de vida, patrimonio cultural y arqueológico en las zonas de influencia de la Concesión (zonas establecidas por los requerimientos de impacto ambiental), así como el impacto de los mismos sobre la Concesión; además propone las medidas correctivas más apropiadas para evitar que la ocurrencia de impactos ambientales perjudique la salud y bienestar de las personas.

Estudio(s) de Preinversión: Son las evaluaciones ex ante de un proyecto de inversión pública. Comprenden los Estudios de Preinversión a nivel de Perfil y de Factibilidad del



Proyecto, declarado viable conforme a los requisitos establecidos en el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), mediante Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 que aprueba la Directiva General del SNIP o norma posterior que la modifique o derogue.

Estudio Definitivo: Es la ingeniería de detalle de todos los componentes del Proyecto e interfases de las instalaciones y sistemas que desarrollará el Concesionario previo al inicio de la Etapa de Ejecución de Obras, que deberá ser consistente con las Especificaciones Técnicas Básicas. El Estudio Definitivo también incluirá, para efectos meramente informativos, un presupuesto detallado por partidas, análisis de precios unitarios, cantidades y costos de insumos requeridos.

Se subdivide en dos etapas: Estudio Definitivo de Ingeniería - EDI (antes de empezar la construcción) e ingeniería de detalle de la ejecución de obra (desarrollado durante la fase de construcción). Además se considera la realización de los planos As Built.

Estudios Existentes: Es el conjunto de estudios e informes de carácter técnico realizados relacionado al Proyecto. Estos estudios estarán a disposición de los postores en la Sala de Datos, pudiendo ser utilizados para la formulación de sus Propuestas Técnica y Económica.

Etapas de Ejecución de Obras: Es el periodo en el cual el Concesionario debe realizar los trabajos de ejecución de Obras y provisión y montaje de los Equipamientos Electromecánicos cumpliendo con los requerimientos establecidos en el presente Contrato hasta la Fecha de Aceptación de las Obras.

Evento Geológico: Está ligado al riesgo geológico en las Obras de construcción de los túneles. Tendrá la definición y alcances que se establezcan en el Contrato de Concesión.

Explotación u Operación: Es la prestación del Servicio por parte del Concesionario, la misma que se inicia con la Puesta en Operación Comercial de la Etapa 1 Tramo 5, el Concesionario tendrá derecho a cobrar a los Usuarios del Servicio una tarifa. La Explotación comprende la operación y mantenimiento de los Bienes de la Concesión. Incluye también la prestación de los Servicios Complementarios y el cobro correspondiente por dichos servicios, de acuerdo a lo establecido en el presente Contrato y en las Leyes Aplicables.

La recaudación la realizará el Concesionario a cuenta del Concedente, por lo que no se considera como ingreso del Concesionario.

Fecha de inicio de Operación: Es la fecha en la cual se ha culminado la Construcción de las Obras y la Provisión del Material Rodante correspondientes a la Primera Etapa, con la correspondiente aceptación de las obras y una vez suscritas las actas de puesta en marcha por cada uno de los Tramos.

Gálibo: Dimensiones máximas permitidas del tren en condiciones estáticas y dinámicas.

Gobierno Nacional: Es el gobierno ejercido por el Poder Ejecutivo, de acuerdo con la Constitución Política del Perú; su Ley Orgánica, Ley N° 29158; Ley de Bases de la Descentralización, Ley N° 27783 y la Ley Marco de Promoción de la Inversión Descentralizada, Ley N° 28059.

Grade of Automation (GoA): Nivel de automatización del sistema según la clasificación de la Unión Internacional de Transporte Público (UITP).

Infraestructura: Comprende las Obras de la Concesión y los Equipamientos necesarios para la puesta en Operación del Proyecto.

Índice de Servicio: Son indicadores que califican y cuantifican el estado de la Infraestructura del Proyecto, y que se utilizan como límites admisibles hasta los cuales puede evolucionar su condición. Estos índices serán indicados en el Contrato de Concesión, los cuales debe alcanzar el Concesionario y serán utilizados como elementos de evaluación.



Ingeniería de Detalle Fase 1 o Estudio Definitivo de Ingeniería (EDI). Es el estudio de la ingeniería que desarrollará el CONCESIONARIO previo al inicio de la Etapa de Ejecución de Obras, que deberá ser consistente con las Especificaciones Técnicas Básicas contenidas en el Proyecto Referencial, complementadas por las especificaciones adicionales presentadas por el CONCESIONARIO en su Expediente Técnico, y presentada al CONCEDENTE para su aprobación y/o revisión. La Ingeniería de Detalle en su primera fase incluirá: estudios, memoria descriptiva, diseño, especificaciones técnicas detalladas, planilla de metrados, Cronograma Detallado, diagrama PERT-CPM que muestre la ruta crítica de la ejecución de las Obras, planos del proyecto y planos de replanteo. También incluirá, para efectos meramente informativos, un presupuesto detallado por partidas, análisis de precios unitarios, cantidades y costos de insumos requeridos

Ingeniería de Detalle Fase 2 o Ingeniería de Detalle de la Ejecución de Obra. Son los estudios de la ingeniería que desarrollará el CONCESIONARIO durante las Etapas de Ejecución de Obras, que deberá ser consistente con la Ingeniería de Detalle en su primera fase, y presentada al Concedente para su aprobación y/o revisión. La Ingeniería de Detalle incluirá, sin que la siguiente lista sea limitativa, la Ingeniería Detallada Constructiva (Planos de construcción y montaje, Croquis, cálculos, Memorias descriptivas, Planos de Fabricación en Taller.), Declaración de procedimientos, FACS (Fichas de acción de calidad), listas, gráficos, catálogos de todo tipo, hojas de datos, muestras, manual de operación y mantenimiento de todas las instalaciones.

Integrantes: Cada una de las empresas que forman parte de un Consorcio.

Inversión Total: Es el Presupuesto de Inversión Oficial.

Kilómetro Garantizado: Es la garantía mensual otorgada por el Concedente a efectos de asegurar al Concesionario un nivel mínimo de kilómetros tren mensuales

Kilómetro Recorrido: Son los kilómetros recorridos por el Concesionario producto de la prestación del Servicio. Los Kilómetros Recorridos no incluyen aquellos que se recorren sin transportar pasajeros para ir y volver de las estaciones o patio taller para fines de mantenimiento o para fines distintos a la prestación del Servicio

Línea 2: Es la línea del metro de Lima que se desarrolla entre el Tramo 1 y Tramo 6.

Línea 4: Es la línea del metro de Lima que se desarrolla por el eje de la Av. Elmer Faucett, entre la Av. Néstor Gambetta y la Línea N° 2. Comprende los Tramos 7 y 8.

Locomotora: Vehículo autopropulsado diseñado para convertir energía mecánica o eléctrica en esfuerzo tractivo para arrastrar trenes compuestos por coches no propulsados y coches de carga.

Mantenimiento Comprende las actividades rutinarias, periódicas o de emergencia destinadas a dar cumplimiento a los niveles de servicio mínimo establecidos en el presente Contrato

Material Rodante: Son los coches que conforman unidades de trenes y que sirven para transportar a los pasajeros. Comprende el Material Rodante adquirido por el Concesionario después de la Toma de Posesión según lo definido en el Contrato de Concesión, sea nuevo o repotenciado. En caso el Postor Precalificado presente su propuesta con Material Rodante repotenciado, éste deberá garantizar su operatividad de manera segura y eficiente durante la Concesión. El material repotenciado deberá contar con garantías similares a las del material nuevo. Las Especificaciones Técnicas del Material Rodante se encuentran contenidas en el Apéndice 4 del Anexo N° 11 de las presentes Bases.

MEF: Es el Ministerio de Economía y Finanzas del Estado de la República del Perú.

MML: Es la Municipalidad Metropolitana de Lima.



MTC: Es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la República del Perú.

Niveles de Servicio: Es el estado de los Bienes de la Concesión y de la infraestructura vial expresados a través de parámetros de condición, que hacen referencia a diversos aspectos: estado de la vía férrea, condición de túneles y drenajes, estado de las señales, estado de los trenes, entre otros. Los límites aceptables para la medida de los parámetros de condición, están dados por los índices de serviciabilidad, que el CONCESIONARIO debe lograr y mantener durante la Explotación, según se especifica en el Anexo 8 del Contrato.

Normas y Disposiciones Aplicables: Son las normas que se indican en el Numeral 3y cualquier otra que, conforme al ordenamiento jurídico de la República del Perú, resulte aplicable.

Obras: Son las obras de ingeniería civil que se refieren a la construcción de edificaciones, túneles, vías hidráulicas, vías de transporte u otros similares.

Obras Civiles: Son las obras de construcción de infraestructura, tales como túneles, estaciones, patios taller, instalaciones auxiliares, entre otros, previstas o derivadas de las Especificaciones Técnicas Básicas, así como todos aquellos que sean previstos como tal en el Estudio Definitivo, que se construya o implemente para el cumplimiento de las obligaciones del Concesionario, de acuerdo al Contrato.

Incluye a las Obras Complementarias y a los bienes a ser utilizados, operados, explotados y/o mantenidos por el CONCESIONARIO para la Operación y el Mantenimiento de la Concesión, bajo los términos del Contrato de Concesión.

Obras Complementarias: Son aquellas obras indicadas en el presente Contrato de Concesión, cuya ejecución es obligatoria para el CONCESIONARIO a su costo, por tratarse de obras que permiten la Explotación de la Concesión. Comprende, entre otras: a) Obras Civiles para canalizaciones o servicios públicos esenciales para el desarrollo de la Obra; b) obras de mitigación de impacto ambiental contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado; c) edificaciones (estaciones, caseta de cobro de tarifa, oficinas, instalaciones de apoyo para Servicios Obligatorios y Opcionales, etc; y/o d) la instalación de equipos o sistemas mecánicos, electrónicos o electrónicos, fuera del Área donde se ubican y circulan los trenes.

Obras de la Concesión: Son todas las Obras que forman parte de la Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima – Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, que serán ejecutadas por el Concesionario en cumplimiento del Contrato de Concesión.

Operador: Quien realiza la operación y mantenimiento de la Línea.

Operación y Mantenimiento: Se refiere a la operación y mantenimiento de la Infraestructura del Proyecto y la prestación de los servicios indicados en el Contrato de Concesión, ya sea por el Concesionario o un Operador contratado para tal efecto por el Concesionario.

Perú: Es la República del Perú, incluyendo cualquier división o subdivisión política de la misma.

Plan General de Trabajo: Enfoque y conceptualización del Postor que expresa cómo interpreta y ejecutará el Proyecto materia de la Convocatoria.

Plan de Conservación: Es el documento en el que se consigna el conjunto de acciones, medidas y otras actividades de previsión o corrección necesarias para asegurar la integridad física y operativa de los Bienes de la Concesión, así como reducir, neutralizar o superar los daños que pudieran afectarlos, teniendo como fin principal evitar el menoscabo del valor residual y el logro de la mayor vida útil de tales bienes.



Plan de Manejo Ambiental: Considera la descripción de las medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad y las acciones de reparación y/o compensación que se realizarán.

En el Estudio de Impacto Ambiental se especifican las medidas de mitigación, acciones requeridas, y su grado de aplicación (construcción, operación y mantenimiento) para cada impacto identificado, abarcando los aspectos físicos y socioeconómicos. Se definen los criterios de puesta en marcha de dicho estudio así como también los recursos técnicos requeridos y sus costos.

Plazo de la Concesión: Es el período comprendido entre la Fecha de Cierre y la culminación de la Concesión.

Postor: Es unapersonajurídica constituida en el Perú o en el extranjero que de forma individual o en Consorcio, que participa en el Concurso una vez pagado el Derecho de Participación y que se somete a lo establecido en las presentes Bases.

Precio por Kilómetro Tren (PKT): Es el importe expresado en la moneda de pago estipulado en el contrato por kilómetro, que remunera los costos incurridos por el Concesionario asociados a la Operación y Mantenimiento del Proyecto, el cual será definido en el Contrato de Concesión.

Presupuesto de Inversión Oficial: Es el presupuesto referencial para la ejecución de las Obras de la Concesión a ejecutar en cada uno de los Tramos y que comprende Obras Civiles, Equipamiento, Provisión de Material Rodante, la cual se definirá en base al Estudio desarrollado por el Consorcio GEODATA – ESAN – SERCONSULT, en adelante “el Consorcio” y que se comunicará mediante Circular. El importe del Presupuesto de Inversión Oficial será expresado en Dólares Americanos diferenciando la parte que corresponde al IGV.

Presupuesto Referencial de Obra: Es el referido a Obras incluido dentro del Presupuesto de Inversión Oficial a ser utilizado de manera referencial en el Contrato de Concesión no siendo vinculantes

Presupuesto Referencial de Material Rodante: Es el referido a la Provisión de Material Rodante incluido dentro del Presupuesto de Inversión Oficial a ser utilizado de manera referencial en el Contrato de Concesión no siendo vinculantes

Presupuesto Referencial de Equipamientos: Es el referido a la Provisión de Equipamientos incluido dentro del Presupuesto de Inversión Oficial a ser utilizado de manera referencial en el Contrato de Concesión no siendo vinculantes

Presupuesto Referencial del Costo de Operación y Mantenimiento: Es el referido a los Costos de Operación y Mantenimiento incluido dentro del Presupuesto de Inversión Oficial a ser utilizado de manera referencial en el Contrato de Concesión no siendo vinculantes

Primera Etapa: Corresponde a las Obras que serán ejecutadas, Provisión y Montaje de los Equipamientos, Provisión de Material Rodante hasta la puesta en operación de la Línea 2 –los tramos 3 a 6 corresponden a la Etapa 1 de la Línea 2 (véase 1.3 del anexo 4).

Propuesta: Indistintamente la Propuesta Económica o la Propuesta Técnica o ambas que presenta el Postor.

Propuesta Técnica: Es aquella propuesta presentada por el Adjudicatario para el diseño, construcción y provisión de las Inversiones Obligatorias y Explotación de la Concesión mediante la cual se compromete a cumplir con las Especificaciones Técnicas. La Propuesta Técnica constituye uno de los documentos presentados por el Adjudicatario en el Sobre N° 2 durante el Concurso.



Proveedor de Material Rodante: Es la Persona Jurídica o Personas Jurídicas que pueda(n) demostrar capacidad en la fabricación, provisión, instalación, pruebas y puesta en marcha de material rodante, de acuerdo a lo establecido en las Bases. Asimismo, el Proveedor de Material Rodante participará en la Concesión a través de la suscripción del Contrato de provisión de Material Rodante, sea o no un accionista o participacionista del Concesionario.

Provisión de Material Rodante: Es el abastecimiento de Material Rodante que efectuará el Concesionario a través del Proveedor de Material Rodante.

Proyecto: Es el Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima – Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao.

Proyecto Referencial: Es el Proyecto desarrollado por el Consorcio GEODATA-ESAN-SERCONSULT, que se encuentra en la Sala de Datos y que tiene carácter referencial.

Pruebas de Puesta en Marcha: Son las pruebas de funcionamiento, operatividad e integración del Material Rodante y de todos los bienes y equipos suministrados por el Concesionario y que componen el sistema ferroviario. Estas pruebas serán realizadas por el CONCESIONARIO cuando el Material Rodante adquirido esté disponible para tal fin, en vacío por un periodo de noventa (90) Días Calendario. Estas pruebas se efectuarán a la entrega del Acta de Entrega de los Bienes del CONCEDENTE y de acuerdo al calendario de provisión del Material Rodante adquirido y podrán efectuarse total o progresivamente de acuerdo a los Protocolos de Pruebas. Al término de las Pruebas de Puesta en Marcha y antes de finalizar el periodo de Puesta en Operación Comercial, el CONCEDENTE emitirá los certificados de habilitación ferroviaria al Material Rodante, los mismos que son requeridos para iniciar la Explotación de los Servicios contemplados en el presente Contrato de Concesión.

Puesta en Operación Comercial: Es la etapa en la cual por un periodo de treinta (30) Días Calendario se verificará la realización del servicio de transporte de pasajeros con los trenes operando con público, el funcionamiento de todo el sistema que forma parte de la Concesión y el cumplimiento de parte del CONCESIONARIO de los Niveles de Servicio definidos en el Contrato.

Puesto Central de Supervisión (Puesto Central). Lugar donde se concentran todas las operaciones de supervisión del sistema.

Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta: Es un ramal que forma parte de la Línea 4 de la Red Básica del Metro de Lima – Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao.

RAMS: Confiabilidad-disponibilidad-mantenibilidad y seguridad. RAMS representa un indicador, tanto cualitativo como cuantitativo, del grado de confianza que ofrece un sistema para comportarse de acuerdo a la funcionalidad especificada, de forma segura y con una alta disponibilidad.

Regulador: Es el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transportes de Uso Público, OSITRAN, de acuerdo a lo que dispone la Ley N° 26197.

Rehabilitación: Comprende la reparación selectiva de la Infraestructura y el Material Rodante.

Segunda Etapa: Corresponde a las Obras de la Concesión que serán ejecutadas, Provisión y Montaje de los Equipamientos, Provisión de Material Rodante hasta la puesta en Operación de los tramos 1 a 2 de la Línea 2 y los tramos 7 y 8 de la Línea 4.

Servicio: Es el servicio público de transporte ferroviario urbano de pasajeros que el Concesionario prestará en virtud al Contrato de Concesión y de conformidad con las Normas Aplicables.



Sociedad Concesionaria: Es la persona jurídica constituida en el Estado de la República del Perú por el Adjudicatario, que suscribirá el Contrato de Concesión con el Concedente y el Contrato de Asociación en Participación en calidad de asociante.

Supervisor de Explotación: Es la empresa de reconocido prestigio, contratada para la supervisión de la operación y mantenimiento de la Concesión.

Supervisor de Inversiones Obligatorias: Es la empresa de reconocido prestigio, contratada para la supervisión de las Inversiones Obligatorias, según lo previsto en el Apéndice 1 del Anexo 10.

Supervisor de Obra: Es la empresa de reconocido prestigio, contratada para la supervisión de la elaboración del Estudio Definitivo, de la ejecución de las Obras, del período de Pruebas de Puesta en Marcha, de la Puesta en Operación Comercial y hasta la Fecha de Aceptación de las Obras, entre otras.

Talleres de Mantenimiento Mayor: Son talleres en los cuales el Concesionario mantendrá la Infraestructura y material rodante.

Tarifa: Contraprestación económica que el Concesionario cobra al Usuario por la prestación del Servicio sin incluir los impuestos que resulten aplicables a partir del día siguiente de la fecha de suscripción del Acta Conformidad.

Tecnología de Sistema: se entiende al conjunto de instalaciones tecnológicas, material rodante y de vías que contribuyen a la realización de específicas y especializadas funciones del sistema de transporte, y representan un conjunto coordinado de más subsistemas interconectados e interdependientes.

Términos de Referencia: Constituye la descripción de las condiciones, especificaciones técnicas y alcances que deberá considerar el Postor, para la elaboración de la Propuesta Técnica, para la ejecución y la supervisión de las Obras, provisión de material rodante, operación y mantenimiento y que se sustentan en el Estudio de Factibilidad, tal como se detalla en el Contrato de Concesión.

Tramos: Son los Tramos en los que se ha dividido el proyecto y son:

Tramo	Origen/Destino	ETAPA - TRAMO	LONGITUD EXCAVADA
1	Puerto del Callao-Benavides	Etapas 2 – Tramo 1	4461m
2	Benavides - Bolognesi	Etapas 2 – Tramo 2	4245m
3	Bolognesi – Nicolás Ayllon	Etapas 1 – Tramo 3	3415m
4	Nicolás Ayllon –Evitamiento	Etapas 1 – Tramo 4	2735m
5	Evitamiento –Santa Anita	Etapas 1 – Tramo 5	3422m
6	Santa Anita-Ate	Etapas 1 – Tramo 6	2600m
7	Bocanegra-Gambota	Etapas 2 – Tramo 7	1797m
8	Bocanegra-Carmen de la Legua - L4	Etapas 2 – Tramo 8	4186m



Usuario: Es la persona natural o jurídica que será beneficiada por el servicio público prestado por el Concesionario.

Vía Férrea: Parte de la infraestructura ferroviaria formada por el conjunto de elementos que conforman la vía por la cual se desplazan los trenes.

2.1 Términos, siglas, abreviaturas

Los términos, siglas, abreviaturas que se aplican al Sistema se describen a continuación.

Tabla 2. Listado de abreviaturas técnicas

A	Availability
AC	Alternate Current
ATC	Automatic Train Control
ATO	Automatic Train Operation
ATP	Automatic Train Protection
ATS	Automatic Train Supervision
BAS	Building Automation System
BT	Baja Tension
CBI	Computer Based Interlocking
CBI-M	Computer Based Interlocking for Multiple Station
CBTC	Communication Based Train Control
CCO	Control Central de Operaciones
CCTV	Closed Circuit Television
CE	Cabina Eléctrica (de Estación Pasajeros)
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardisation
CTC	Centralized Traffic Control
DC	Direct Current
DCS	Distributed Control System
DIN	German Institute of Standardization (in German) ¹
DM	Diagnóstico y Mantenimiento
ECP	Emergency Call Point
EMC	Electro Magnetic Compatibility
EMI	Electromagnetic Interference
EN	European standard
ETSI	European Telecommunication Standardization Institute
FO	Fiber Optic
GoA	Grado of Automacion
GPS	Global Positioning System
HMI	Human Machine Interface
E.H.C.	Evacuador de humo y de calor
HV	High Voltage
I/O	Input / Output
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IOP	InterOperability
IP	Internet Protocol
IPxx	Índice de protección (xx)
ISO	International Organization for Standardization
ITU-T	International Telecommunication Union, Telecommunications Sector
IVA	Intelligent Video Analysis
LAN	Local Area Network
LV	Low Voltage



MLVS	Main Low Voltage Switchboard
MT	Media Tension
MT / BT	Media Tension/Baja Tension
MTBF	Mean Time Between failures
MTRR	Mean Time To Repair
N	Neutral conductor
NFPA	National Fire Protection Association
NMS	Network Management System
NSPOF	No Single Point Of Failure
NTP	Network Time Protocol
OAM	Operation, Administration & Maintenance
ODE	Operador De Electrificación
ODES	Operador De Estación / Supervisor de la estación
ODM	Operador De Mantenimiento
ODS	Operador De SCADA/pasajeros
ODT	Operador De Tráfico
PCS:	Puesto Central de Supervisión
PE	Protective Conductor
PEN	Combined protective and neutral conductor
PLC	Programmable Logic Controller
POS	Post Of Sales
PS	Power Supply
PSD	Platform Screen Door system
PSTN	Public Switched Telephone Network
PTZ	Pan Tilt Zoom
QA	Quality Assurance
QoS	Quality of Service
QoS	Quality of Service
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability and Safety
RC	Remote Control
RFC	Reuest For Comments
RM	Remote Monitoring
RZ	Rectificador
SAI	Sistemas de Alimentación Interruptida (UPS)
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SDK	Software Development Key
SEAT	Subestación Eléctrica de Alta Tensión
SER	Subestación Eléctrica Rectificadora
SERD	Subestación Eléctrica Rectificadora de Taller
SIL	Safety Integrity Level
SPI	Subsistema de Paneles de Indicación
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TD	Train Descriptor
TE	Tracción Eléctrica: Sistema de alimentación de los trenes.
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TG	Train Graph
TGBT	Tablero General de Baja Tensión
TMS	Traffic Management System
TR	Transformador
TRBS	TETRA Radio Base Station
CCTV	Sistema de cámaras de seguridad (Closed Circuit Television)
UIC	International Union of Railways
UITP	International Association of Public Transport



UMS	Unified Message System
UPS	Uninterruptible Power Supply
VLAN	Virtual Local Area Network
VMS	Video Management System
VoIP	Voice Over IP
WAN	Wide Area Network



3 CÓDIGOS, NORMAS, ESPECIFICACIONES Y ESTÁNDARES APLICABLES

3.1 Introducción

Las normas a que se hace referencia en las Especificaciones Técnicas o en los planos, formarán parte de ellas solamente en la extensión que se exprese en tales referencias. Donde se cite una norma, debe entenderse que se refiere a su última edición, a menos que expresamente se diga lo contrario.

Las normas aplicables, nacionales e internacionales, que sean equivalentes y que, en opinión del Concedente, aseguren una calidad igual o superior que las especificaciones, serán aceptables.

Donde no se citen normas específicas, los materiales, equipos y artículos, suministrados por el Postor, deben cumplir las disposiciones aplicables de las normas que se citan a continuación, entre las cuales tendrán prioridad las que se refieren a un campo específico de aplicación, según el tipo de trabajo que se esté ejecutando.

Antes de empezar el proyecto de detalle (Estudio Definitivo de Ingeniería), el Adjudicatario deberá desarrollar un informe específico para definir el marco normativo completo del proyecto que será necesario concordar con el Concedente. La equivalencia entre las normas propuestas por el Adjudicatario con las identificadas en las especificaciones técnicas y en el Proyecto debe ser demostrada por Adjudicatario.

3.2 Medidas

Los pesos y medidas usados en el Contrato serán los correspondientes al sistema internacional de unidades, oficialmente reconocido en Perú.

3.3 Generales

- a) ASCE - American Society of Civil Engineers
- b) ASME - American Society of Mechanical Engineers
- c) AREMA - American Railway Engineering and Maintenance of Way Association
- d) ASTM - American Society for Testing Materials
- e) BSI - British Standards Institution
- f) CEN - European Committee for Standardization
- g) Decreto Supremo n°039-2010-MTC - Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- h) DIN - Deutsche Industrie Normen
- i) ERRI - European Rail Research Institute
- j) IEC - International Electrotechnical Commission
- k) INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y la Protección de la Propiedad Intelectual)
- l) ISO - International Standard Organization



- m) NFPA - National Fire Protection Association, USA
- n) RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones)
- o) UIC - Union International des Chemins de Fer
- p) UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- q) INC Instituto Nacional de Cultura del Perú.
- r) INRENA Instituto Nacional de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura del Perú.

3.4 Seguridad y diseño funcional

- NFPA 130, Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems, 2010 edition.
- NFPA 101®, Life Safety Code®, 2009 edition.
- TCPRP REPORT 100 - Transit Capacity and Quality of Service – manual, 2nd Edition, 2003
- TSI SRT, Technical specification of interoperability relating to safety in railway tunnels, European Commission Decision 2008/163/EC
- BS 5395, Stairs, ladders and walkways. Code of Practice for the design, construction and maintenance of straight stairs and winders
- UNIFER UNI 7360-74 Minimum distances from the fixed obstacles by the rolling material and the distances between the tracks
- Fichas U.I.C. 505 (partes 1 - 5).

3.5 Geología, geotécnica e hidráulica

- EN 1997 – 2: Eurocode 7, Geotechnical Design, Part 2: Ground investigation and testing'
- BS 5930: 'Code of Practice for Site Investigations
- BS EN ISO 14688-2:2004, Geotechnical investigation and testing. Identification and classification of soil. Principles for a classification
- ASTM D420-98(2003) Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes
- Título VI E.050 Suelos y Cimentaciones;
- NTP 339.089:1998. Título: Suelos. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo). 1a. ed.
- NTP 339.126:1998. Título: Suelos. Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestra de ensayo. 1 ed.
- NTP 339.127:1998. Título: Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
- NTP 339.128:1999. Título: Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
- NTP 339.129:1999. Título: Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.
- NTP 339.130:1999. Título: Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, usando el penetrómetro cónico.



- NTP 339.131:1999. Título: Suelos. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.
- NTP 339.132:1999. Título: Suelos. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz N° 200-(75 μ m).
- NTP 339.133:1999. Título: Suelos. Método de ensayo de penetración estándar SPT.
- NTP 339.134:1999. Título: Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).
- NTP 339.135:1999. Título: Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.
- NTP 339.136:1999. Título: Suelos. Símbolos, terminología y definiciones.
- NTP 339.137:1999. Título: Suelos. Método de ensayo estándar para la determinación del índice de densidad y peso unitario máximos de suelos utilizando una mesa vibratoria.
- NTP 339.138:1999. Título: Suelos. Método de ensayo estándar para la determinación del índice de densidad y peso unitario mínimos de suelos y cálculo de densidad relativa.
- NTP 339.139:1999. Título: Suelos. Determinación del peso volumétrico de suelo cohesivo.
- NTP 339.140:1999. Título: Suelos. Determinación de los factores de contracción de suelos mediante el método del mercurio.
- NTP 339.141:1999. Título: Suelos. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kNm/ m³ (56000 pie-lbf/pie³).
- NTP 339.142:1999. Título: Suelos. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (600 kN-m/m³ (12400 pie-lbf/pie³).
- NTP 339.143:1999. Título: Suelos. Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena.
- NTP 339.144:1999. Título: Suelos. Métodos de ensayos estándar para densidad in situ del suelo y suelo agregado por medio de métodos nucleares (profundidad superficial).
- NTP 339.145:1999. Título: Suelos. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
- NTP 339.146:2000. Título: Suelos. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.
- NTP 339.147:2000. Título: Suelos. Método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante).
- NTP 339.148:2000. Título: Suelos. Ensayo de penetración cuasiestática profunda de suelos con cono y cono de fricción.
- NTP 339.150:2001. Título: Suelos. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual.
- NTP 339.151:2001. Título: Suelos. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos.
- NTP 339.152:2002. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea
- NTP 339.153:2001. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados.



- NTP 339.154:2001. Título: Suelos. Método normalizado de ensayo para propiedades de consolidación unidimensional de suelos.
- NTP 339.155:2001. Título: Suelos. Método normalizado para ensayo de corte con veleta de campo en suelos cohesivos.
- NTP 339.156:2001. Título: Suelos. Método de ensayo de la medición de la conductividad hidráulica de materiales saturados porosos utilizando un permeámetro de pared flexible.
- NTP 339.157:2001. Título: Suelos. Guía normalizada para el uso del método de refracción sísmica en la investigación del subsuelo.
- NTP 339.158:2001. Título: Suelos. Método normalizado para la prueba sísmica Cross-hole.
- NTP 339.159:2001. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL).
- NTP 339.160:2001. Título: Suelos. Método de prueba normalizado para la determinación del contenido de agua (humedad) del suelo por el método del horno Microonda.
- NTP 339.161:2001. Título: Suelos. Práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena.
- NTP 339.162:2001. Título: Suelos. Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción.
- NTP 339.163:2001. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado para la medición del potencial de colapso de suelos.
- NTP 339.164:2001. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado de compresión triaxial no consolidado – no drenado para suelos cohesivos.
- NTP 339.165:2001. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado para placa de carga estática repetitiva de suelos y componentes de pavimentos flexible, usado en la evaluación y diseño de pavimentos de aeropuertos y carreteras.
- NTP 339.166:2001. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado de compresión triaxial consolidado no-drenado para suelos cohesivos.
- NTP 339.167:2002. Título: Suelos. Método de ensayo estándar para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos.
- NTP 339.168:2002. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados.
- NTP 339.169:2002. Título: Suelos. Muestreo geotécnico de suelos con tubo de pared delgada.
- NTP 339.170:2002. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación del Hinchamiento unidimensional o potencial de asentamiento de suelos cohesivos.
- NTP 339.171:2002. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas.
- NTP 339.172:2002. Título: Suelos. Método de prueba normalizada para el contenido de humedad de suelo y roca in-situ por métodos nucleares (poca profundidad).
- NTP 339.173:2002. Título: Suelos. Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca para la investigación del sitio.
- NTP 339.174:2002. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado para relaciones de humedad densidad de mezclas de suelo - cemento.



- NTP 339.175:2002. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación valor soporte) de suelos.
- NTP 339.176:2002. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación de vapor de pH en suelos y agua subterránea.
- NTP 339.177:2002. Título: Suelos. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
- NTP 339.178:2002. Título: Suelos. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea. 1a. ed.
- NTP 339.179:2002. Título: Suelos. Módulo de suelos de sub-rasante y materiales no tratados de base/sub-base.
- NTP 339.250:2002. Título: Suelos. Método de ensayo para la determinación en campo del contenido de humedad, por el método de presión del gas carburo de calcio. 1a. ed.
- NTP 339.251:2003. Título: Suelos. Práctica recomendada para la corrección del peso unitario y contenido de humedad para suelos que contienen partículas de sobre medida.
- NTP 339.252:2003. Título: Suelos. Guía estándar para muestreo de suelos de la zona vadosa (zona no saturada por encima del nivel freático)
- NTP 339.253:2003. Título: Suelos. Método de ensayo normalizado para la medición de la densidad de suelos y rocas in-situ por el método de reemplazo con agua en un pozo de exploración.
- NTP 339.254:2004. Título: Suelos. Método de ensayo estándar para la determinación del contenido de agua (humedad) del suelo por calentamiento directo.
- NTP 339.255:2004. Título: Suelos. Preparación de muestras de suelo por vía húmeda para análisis granulométrico y determinación de las constantes del suelo.
- NTP 339.256:2004. Título: Suelos. Métodos de ensayo estándar para la determinación de la densidad y peso unitario de suelos in situ por el método del balón de jebes.
- NTP 339.257:2004. Título: Suelos. Método de ensayo estándar para la determinación de la densidad de suelos in situ por el método de cilindro hinchado.
- NTP 339.258:2004. Título: Suelos. Método de ensayo estándar para la determinación de la densidad de suelo y roca in situ por el método del reemplazo de arena en una excavación.
- Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338
- RNE 2006-OS-080: Drenaje Pluvial Urbano
- MTC- MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE

3.6 Obras civiles e infraestructuras

- Reglamento Nacional de Edificaciones "RNE"
- NTE E.060 CONCRETO ARMADO
- NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS
- American National Standards Institute Inc. ANSI
- AISC: American Institute of Steel Construction.
- ACI: American Concrete Institute.
- Steel Structure Painting Council, USA SSPC



- AWWA: American Water Works Association.
- ASME: American Society of Mechanical Engineers.
- ANSI: American National Standard Institute.
- AWS (American Welding Society)
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).
- Manual de Diseño de Puentes de la DGCF de PROVIAS NACIONAL.
- EN 13501, Fire classification of construction products and building elements
- EN 1992, Eurocode 2: Design of concrete structures
- EN 1994, Design of Composite Steel and Concrete Structures – Structural Fire Design (Eurocode 4)

3.7 Instalaciones no ferroviarias

3.7.1 Instalaciones eléctricas

- Código Nacional de Electricidad
- Verband Deutscher Elektrotechniker VDE
- Institute of Electrical and Electronic Engineers IEEE
- National Electrical Manufacturers Association NEWA
- International Electrotechnical Commission IEC
- Insulated Cable Engineers Association, USA ICEA
- NEMA: National Electric Manufacturers Association.
- NEC: National Electric Code.
- IEC 60068 ensayos mediambientales
- IEC 60071 aislamiento de coordinación
- IEC 60073 principios fundamentales de seguridad para la interfaz hombre-máquina, señal e identificación.
- IEC 60079 partes 1-14 instalaciones eléctricas en zonas peligrosas.
- IEC 60099 limitadores de sobretensión
- IEC 60204 seguridad de la maquinaria
- IEC 60228 conductores para cables aislados
- IEC 60245 revestimiento de goma de cables aislados
- IEC 60255 relé eléctricos
- IEC 60287 cálculos de las corriente aceptable en cables en estado estacionario
- IEC 60296 aceites minerales aislantes para transformadores y tableros
- IEC 60297 rack de 19 pulgadas
- IEC 60332-1 cables resistentes al fuego
- IEC 60309 tomas de corriente y acopladores para uso industrial



- IEC 60320 conectores y similares para uso doméstico (conector IEC)
- Pruebas IEC 60331 para cables eléctricos en condiciones de incendio
- IEC 60364 Instalaciones eléctricas de edificios
- IEC 60445 base y principios de seguridad para la interfaz hombre-máquina
- Cableado IEC 60446 colores
- IEC 60502 cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios para tensión nominal desde 1 kV hasta 30 kV
- IEC 60529 grados de protección de las envolturas (Código IP)
- IEC 60598 equipos de iluminación
- IEC 60598 equipos de iluminación
- IEC 60721 clasificación de las condiciones ambientales
- IEC 60793 fibras ópticas
- IEC 60870 equipamiento de telecontrol de los sistemas
- IEC 60874 conectores para las fibras ópticas
- IEC 60898 accesorios eléctricos. Interruptores automáticos para la protección de altas de tensión que pudiesen afectar las instalaciones domésticas y similares
- IEC 60906 sistema de tomas de corriente para usos domésticos y similares
- IEC 60921 alimentadores para lámparas tubulares fluorescentes – Especificaciones de uso.
- IEC 60929 AC-electrónico provisto de reactores tubulares para lámparas fluorescentes – Especificaciones de uso.
- IEC 60947 Normas para los tableros de baja tensión
- IEC 60950 seguridad de los equipos
- IEC 61000 compatibilidad electromagnética (EMC)
- IEC 61009 interruptores residuales de circuito accionado con protección ante sobretensiones incorporados para usos domésticos y similares (interruptores diferenciales)
- IEC 61131 PLC de programación
- IEC 61508 seguridad funcional de los sistemas electrónicos programables relativos a la seguridad de los sistemas electrónicos.
- IEC 61537 de gestión del cableado – Sistemas de pasarelas y portátiles y sistemas de pasarelas
- IEC 61557 equipos para la medición de la seguridad eléctrica en los sistemas de distribución a baja tensión
- IEC 61643 dispositivos de protección contra las sobretensiones conectadas a los sistemas de distribución a baja tensión.
- IEC 61784 redes de comunicación industrial – Perfiles
- IEC 61800 a velocidad variable – funcionamientos eléctricos
- IEC 61850 modalidad de comunicación entre protecciones, equipos de control, SCADA y otros sistemas en el contexto de la automatización.



- BS 7846, Electric cables. 600/1000 V armoured fire-resistant cables having thermosetting insulation and low emission of smoke and corrosive gases when affected by fire
- BS 7211, Electric cables. Thermosetting insulated, non-armoured cables for voltages up to and including 450/750 V, for electric power, lighting and internal wiring, and having low emission of smoke and corrosive gases when affected by fire
- BS 5266, Emergency lighting. Code of practice for the emergency lighting of premises
- EN 50122 Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing
- EN 50131, Alarm system and anti intrusion
- EN 50172, Emergency escape lighting systems
- EN 50267, Common test methods for cables under fire conditions - Tests on gases evolved during combustion of materials from cables
- EN 50525, Electric cables. Low voltage energy cables of rated voltages up to and including 450/750 V (U0/U). General requirements
- EN 60598, Luminaires

3.7.2 Instalaciones mecánicas

- EN 81, Safety rules for the construction and installation of lifts
- EN 115, Safety of escalators and moving walks

3.7.3 Instalaciones hidráulicas

- EN 10255 Tuberías de acero
- EN 10240 Galvanización de las tuberías
- UNI EN 806-1-2-3 Instalaciones para el agua potable
- UNI EN 12106 Sistemas de tuberías en materia plástica
- UNI EN 12666 Sistemas de tuberías en materia plástica para colectores y drenajes enterrados no sometidos a presión

3.7.4 Protección contra incendio, Instalaciones y detención

- IFEG, International Fire Engineering Guidelines
- IEC 60331, Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity
- IEC 60332, Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions-Test for vertical flame spread
- IEC 60754, Test on gases evolved during combustion of electric cables
- IEC 61034, Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions
- NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems, 2010 edition.
- NFPA 14, Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems, 2007 edition.
- NFPA 20: Estándar para la instalación, de grupos de presurización para instalaciones anti incendio.



- NFPA 22 Standard for Water Tanks for Private Fire Protection 2003 Edition
- NFPA 24 Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances 2002 Edition
- NFPA 25, Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems, 2008 edition.
- NFPA 70®, National Electrical Code®, 2008 edition.
- NFPA 72®, National Fire Alarm and Signaling Code, 2010 edition.
- NFPA 80, Standard for Fire Doors and Fire Windows, 2007 edition
- NFPA 110, *Standard for Emergency and Standby Power Systems*, 2010 edition.
- NFPA 220, *Standard on Types of Building Construction*, 2009 edition.
- NFPA 5000 *Building Construction and Safety Code 2006 Edition*
- NFPA 130: *Estándar de seguridad para estaciones ferroviarias y enterradas*
- NFPA 2001 Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems 2004 Edition
- BS 476, Fire test on building materials and structures
- BS 750, Underground fire hydrants and surface box frames and covers
- ASHRAE, Handbook- Fundamentals
- ASHRAE 149, *Standard of Laboratory Methods of Testing Fans Used to Exhaust Smoke in Smoke Management Systems*
- NFPA 3: Standard for the Commissioning and integrated testing of fire protection and life safety systems;
- NFPA 72: National fire protection standards;
- EIA RS-232C Estándar para interfaz serial;
- EIA RS-422 Estándar para interfaz serial;
- EIA RS-485 Estándar para interfaz serial;
- BS 5499, Fire safety signs, notices and graphic symbols. *Specification for selfluminous fire safety signs*
- BS 5839, *Fire detection and alarm systems for building*
- BS 6387, *Specification for performance requirements for cables required to maintain circuit integrity under fire conditions*
- BS 6724, *Electric cables. Thermosetting insulated, armoured cables for voltages of 600/1000 V and 1900/3300 V, having low emission of smoke and corrosive gases when affected by fire*
- BS 9990, *Code of Practice for Non-Automatic Fire-Fighting Systems in Buildings*
- BS 9999, *Code of Practice for Fire Safety in the Design, Management and Use of Buildings*
- EN 3, Portable Fire Extinguisher
- EN 54, Fire Detection and Alarm Systems
- EN 671, Fixed firefighting systems – Hose systems
- EN 1125, Building Hardware. Panic exit devices operated by a horizontal bar, for use on escape routes. Requirements and test methods



- EN 12101, Smoke and heat control systems
- EN 12259, Fixed firefighting systems - Components for sprinkler and water spray systems
- EN 12845, Fixed firefighting systems, automatic sprinkler systems - planning, installation and maintenance
- EN 1363, Fire resistance tests
- EN 1634, *Fire resistance and smoke control tests for door, shutter, openable window assemblies and elements of building hardware*
- BS 7974, *Application of fire safety engineering principles to the design of buildings — Code of practice*
- IEC 60332-1 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable
- IEC 60332-3-10 and 3-24 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Part 3-10: Apparatus – Part 3-24: Category C
- IEC 60754-1 Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables - Part 1: Determination of the Amount of Halogen Acid Gas
- IEC 60754-2 Test on Gases Evolved During Combustion of Electric Cables; Part 2: Determination of Degree of Acidity of Gases Evolved During the Combustion of Materials Taken from Electric Cables by Measuring pH and Conductivity
- IEC 61034-1 Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions - Part 1: Test Apparatus
- IEC 61034-2 Corr 1 Measurement of Smoke Density of Cables Burning under Defined Conditions - Part 2: Test Procedure and Requirements Corrigendum 1
- ISO 3864, Graphical symbols -Safety colours and safety signs
- ISO/TR 13387, Fire safety engineering
- ISO/TR 13387 Part 1, Application of fire performance concepts to design objectives
- ISO/TR 13387 Part 2, Design fire scenarios and design fires
- ISO/TR 13387 Part 3, Assessment and verification of mathematical fire models
- ISO/TR 13387 Part 4, Initiation and development of fire and generation of fire effluents
- ISO/TR 13387 Part 5, Movement of fire effluents
- ISO/TR 13387 Part 6, Structural response and fire spread beyond the enclosure of origin
- ISO/TR 13387 Part 7, Detection, activation and suppression
- ISO/TR 13387 Part 8, Life safety - Occupant behaviour, location and condition

3.7.5 Instalaciones de supervisión

- IEC 61131-2 Lenguaje de programación
- EN 6024-1 Controladores y lógica programable
- IEC 1131-3 Standards
- IEC/EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética



- IEEE 802.3 Redes locales de transmisión de datos

3.8 Sistema ferroviario

- 1) Decreto Supremo n°039-2010-MTC Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 2) DIN V 19250 *Basic safety issues for control and instrumentation protective devices*
- 3) EN 50082 - *Electromagnetic compatibility. Generic immunity standard.*
- 4) EN 50082 - *Electromagnetic compatibility. Generic immunity standard.*
- 5) EN 50121-1 *Railway applications. Electromagnetic compatibility. Generality*
- 6) EN 50121-2 *Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission of the whole railway system to the outside world*
- 7) EN 50121-3-1 *Railway applications. Electromagnetic compatibility. Rolling stock. Train and complete vehicle*
- 8) EN 50121-3-2 *Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock - Apparatus*
- 9) EN 50121-4 *Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus*
- 10) EN 50121-5 *Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus*
- 11) EN 50124 *Railway applications. Insulation coordination*
- 12) EN 50125 *Railway applications- Environmental conditions for equipment*
- 13) EN 50126 *Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)*
- 14) EN 50128 *Railway Applications - Communications signalling and processing system - Software for railway control and protection system*
- 15) EN 50128:2001 *Railway applications - Communications, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems*
- 16) EN 50129 *Railway Applications - Communication, signalling and processing system - Safety-related electronic systems for signalling*
- 17) EN 50155 *Railway applications: Electronic equipment used on rolling stock*
- 18) EN 50159-1:2001 *Railway applications - Communication, signalling and processing systems -- Part 1: Safety-related communication in closed transmission systems*
- 19) EN 50159-2:2001 *Railway applications - Communication, signalling and processing systems -- Part 2: Safety related communication in open transmission systems*
- 20) EN 50170:1996 *General purpose field communication system*
- 21) EN 60721 *Classification of environmental conditions*



- 22) EN 61287-1 Railway applications- Power convertors installed on board rolling stock - Part 1: Characteristics and test method
- 23) EN 61373 Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests
- 24) EN 61508 Functional safety of electrical /electronic/ programmable electronic safety-related systems
- 25) EN50155:2007 Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock
- 26) ENV 50129:1998 Railway applications - Safety related electronic systems for signaling
- 27) IEC / EN 60529 - Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- 28) IEC 60050 - International Electrotechnical Vocabulary. Electromagnetic Compatibility
- 29) IEC 60249-3-1 (1981-01) Base materials for printed circuits. Part 3: Special materials used in connection with printed circuits. Specification No. 1: Prepreg for use as bonding sheet material in the fabrication of multilayer printed boards
- 30) IEC 60332 - Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- 31) IEC 60754 - Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables
- 32) IEC 60870-5-1 Transmission Frame Formats
- 33) IEC 61000 - Electromagnetic compatibility (EMC).
- 34) IEC 61034 - Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions
- 35) IEC 61230 (1993-09) Live working - Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting
- 36) IEC 61347-2-5 (2000-10) Lamp control gear - Part 2-5: Particular requirements for d.c. Supplied electronic ballasts for public transport lighting
- 37) IEC 61643-1 Low-voltage surge protective devices
- 38) IEC 62128 - EN 50122 1 - Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing
- 39) NFPA 130 Standards for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems
- 40) NFPA 70 National Electrical Code
- 41) NFPA 72 National Fire Alarm and Signaling Code
- 42) R009-001:1997 Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Hazardous failure rates and Safety Integrity Levels (SIL)
- 43) UNI 7360:2010 Metropolitan railways - Kinematic load gauge and dynamic load gauge of rolling stock - Structure clearance and space between tracks

3.8.1 Sistema de telecomunicaciones

- 1) BS 6840, Sound system equipment



- 2) Decreto Supremo n°039-2010-MTC
- 3) DECRETO SUPREMO N° 020-2007-MTC Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones
- 4) EN 50082 Electromagnetic compatibility. Generic immunity standard.
- 5) EN 50121 Railway applications. Electromagnetic compatibility
- 6) EN 50124 Railway applications. Insulation coordination
- 7) EN 50125 Railway applications- Environmental conditions for equipment
- 8) EN 50126 Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
- 9) IEC / EN 60529 Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- 10) IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary. Electromagnetic Compatibility
- 11) IEC 60332 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- 12) IEC 60754 Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables
- 13) IEC 60849, Sound Systems for Emergency Purposes
- 14) IEC 61000 Electromagnetic compatibility (EMC).
- 15) IEC 61034 Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions
- 16) IEC 62128-1 - EN 50122 Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing
- 17) NFPA 130 Standards for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems
- 18) NFPA 70 National Electrical Code
- 19) NFPA 72 National Fire Alarm and Signaling Code
- 20) Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 21) UNI 7360:2010 Metropolitan railways - Kinematic load gauge and dynamic load gauge of rolling stock - Structure clearance and space between tracks

3.8.2 Sistema de mando centralizado de automatización y control

- 1) Decreto Supremo n°039-2010-MTC Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 2) EN 50082 Electromagnetic compatibility. Generic immunity standard
- 3) EN 50121-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Generality
- 4) EN 50121-2 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission of the whole railway system to the outside world
- 5) EN 50121-3-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Rolling stock. Train and complete vehicle
- 6) EN 50121-3-2 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock – Apparatus



- 7) EN 50121-4 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus
- 8) EN 50121-5 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus
- 9) EN 50124 Railway applications. Insulation coordination
- 10) EN 50125 Railway applications- Environmental conditions for equipment
- 11) EN 50126 Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
- 12) IEC / EN 60529 Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- 13) IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary. Electromagnetic Compatibility
- 14) IEC 60332-1 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- 15) IEC 60754 Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables
- 16) IEC 61000 Electromagnetic compatibility (EMC)
- 17) IEC 61034 Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions
- 18) IEC 62128-1 - EN 50122 Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing
- 19) NFPA 130 Standards for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems
- 20) NFPA 70 National Electrical Code
- 21) NFPA 72 National Fire Alarm and Signaling Code
- 22) UNI 7360:2010 Metropolitan railways - Kinematic load gauge and dynamic load gauge of rolling stock - Structure clearance and space between tracks

3.8.3 Sistema de Alimentación Eléctrica

- 1) ANSI / IEEE-386 IEEE Standard for Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600 V.
- 2) ANSI-C119.1 American National Standard for Electric Connectors— Sealed Insulated Underground Connector Systems Rated 600 Volts
- 3) Decreto Supremo n°039-2010-MTC - Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 4) DIN 17121 Tubos (sección circular) de acero general de construcción, sin costuras; especificaciones para el suministro
- 5) DIN 43140 Hilos de contacto, especificaciones técnicas para el suministro
- 6) DIN 43141 Hilos de contacto, medidas y capacidad de carga permanente
- 7) DIN 48138 Aisladores
- 8) DIN 48200 Hilos para cables conductores
- 9) DIN 48201 Cables conductores



- 10) DIN 50976 *Protección anticorrosiva a base de galvanizado al fuego*
- 11) DIN 51150 *Protección contra corrosión provocada por corrientes parásitas*
- 12) DIN 57115 Parte 1 *Ferrocarriles: Construcciones generales y protecciones generales de personas*
- 13) DIN 57155, parte 3 *Ferrocarriles: Normas especiales para equipos estacionarios de ferrocarriles.*
- 14) DIN EN 10025 *Aceros generales de construcción, norma de calidad*
- 15) DIN VDV 0250, parte 602 *Cables flexibles especiales*
- 16) EN 50082 *Electromagnetic compatibility. Generic immunity standard.*
- 17) EN 50119 *Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines*
- 18) EN 50121-1 *Railway applications. Electromagnetic compatibility. Generality*
- 19) EN 50121-2 *Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission of the whole railway system to the outside world*
- 20) EN 50121-3-1 *Railway applications. Electromagnetic compatibility. Rolling stock. Train and complete vehicle*
- 21) EN 50121-3-2 *Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock – Apparatus*
- 22) EN 50121-4 *Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus*
- 23) EN 50121-5 *Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus*
- 24) EN 50123-1 *Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear. General.*
- 25) EN 50123-2 *Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear - Part 2: D.C. circuit breakers.*
- 26) EN 50123-3 *Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear. Indoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches;*
- 27) EN 50123-4 *Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear. Outdoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches ;*
- 28) EN 50124 *Railway applications. Insulation coordination*
- 29) EN 50125 *Railway applications- Enviromental conditions for equipment*
- 30) EN 50126 *Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)*
- 31) EN 50149 *Railway applications - Fixed installations - Electric traction - Copper and copper alloy grooved contact wires*
- 32) EN 50160 *Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks*



- 33) EN 50163 Railway applications - Supply voltages of traction systems
- 34) EN 50163 Railway applications - Supply voltages of traction systems.
- 35) EN 50327 Railway applications. Fixed installations. Harmonisation of the rated values for converter groups and tests on converter groups;
- 36) EN 50328 Railway applications. Fixed installations. Electronic power converters for substations;
- 37) EN 50329 Railway applications - Fixed installations - Traction transformers
- 38) IEC / EN 60529 Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- 39) IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary. Electromagnetic Compatibility
- 40) IEC 60071 Insulation co-ordination
- 41) IEC 60076 Power transformers
- 42) IEC 60146-1 Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters.
- 43) IEC 60332 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- 44) IEC 60502 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) –
- 45) IEC 60754 Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables
- 46) IEC 60840 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) - Test methods and requirements.
- 47) IEC 60947 Low-voltage switchgear and controlgear.
- 48) IEC 61000 Electromagnetic compatibility (EMC).
- 49) IEC 61000-3-2 Electromagnetic compatibility (EMC). Limits. Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)
- 50) IEC 61000-6-1 Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
- 51) IEC 61000-6-2 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments
- 52) IEC 61000-6-3 Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
- 53) IEC 61000-6-4 Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Emission standard for industrial environments
- 54) IEC 61034 Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions
- 55) IEC 62128-1 - EN 50122 Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing



- 56) IEC 62271-100 High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers
- 57) IEC 947-2 Interruttori automatici
- 58) IEEE-404 IEEE Standard for Extruded and Laminated Dielectric Shielded Cable Joints Rated 2.5 kV to 500 kV
- 59) IEEE-592 IEEE Standard for Exposed Semiconducting Shields on High-Voltage Cable Joints and Separable Connectors.
- 60) UIC 600 Electric traction with aerial contact line
- 61) VDE 0115 Railway Applications - Fixed Installations
- 62) VDV Schriften 501 parte 1 y parte 2 Protección anticorrosiva y protección de personas contra potenciales peligrosos en túnel

3.8.4 Sistema de control de pasajeros

- 1) CEI 249-1, NFC 93-750 o equivalente: tarjetas impresas, materiales de base para las tarjetas impresas y los métodos de prueba necesarios.
- 2) CEI 326-2, NFC 93-702 o equivalente: componentes electrónicos, tarjetas impresas, métodos de prueba.
- 3) Decreto Supremo n°039-2010-MTC - Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 4) EN 12100-1 2003. Machinery – Basic terminology and methodology.
- 5) EN 12100-2 2003. Machinery – Technical principles and specifications
- 6) EN 301-489: Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment
- 7) EN 302 291, Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices (SRD); Close Range Inductive Data Communication equipment operating at 13,56 MHz
- 8) EN 50155: Railways Applications Electronic Equipment Used on Rolling Stock
- 9) EN 55022: Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement
- 10) EN 55024: Information technology equipment - Immunity characteristics - Limits and methods of measurement
- 11) EN 60204-1 2006 Safety of machinery. Electrical equipment of machines. General requirements.
- 12) EN 60950-1: Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements
- 13) EN 61000-6-2 2005 Electromagnetic compatibility. Generic standards. Immunity standard for industrial environments.
- 14) EN 61000-6-3 2007 Electromagnetic compatibility. Generic standards. Emission standard for residential, commercial, and Light industrial environments.



- 15) EN-55022 o equivalente: componentes electrónicos, materiales de base para las tarjetas impresas, prescripciones generales.
- 16) ISO/IEC 14443: Identification cards -- Contactless integrated circuit cards -- Proximity cards,
- 17) ISO/IEC 15457: Identification cards -- Thin flexible cards
- 18) ISO/IEC 15693: Standard for vicinity cards
- 19) ISO/IEC 7810: Identification cards -- Physical characteristics
- 20) ISO/IEC 7811: Identification cards -- Recording technique
- 21) ISO/IEC 7816: Electronic identification cards with contacts
- 22) NF 16101, Fire test to railway components
- 23) NF 16102: Systèmes de transport intelligents - ECall - Exigences opérationnelles des services eCall de fournisseurs privés
- 24) NF C-90, 550 o equivalente: componentes electrónicos, generalidades, aleaciones, flujos y pastas utilizadas para soldadura blanda, definición apropiada de los productos.
- 25) NF C-93-706 o equivalente: componentes electrónicos bajo certificación de calidad, tarjetas impresas multicapas, compilación de especificaciones particulares de aprobación de habilidad.
- 26) NF C-93-713 o equivalente: componentes electrónicos, tarjetas impresas, prescripciones generales.
- 27) NF F-74-001 o equivalente: instalaciones fijas y material ferroviario, equipos electrónicos y microinformáticos.
- 28) UTE C 90-510 U o equivalente: componentes electrónicos, identificación codificada
- 29) UTE C 93-703 U, NFC 93-703 o equivalente: circuitos impresos, tarjetas impresas, prescripciones de dimensiones.
- 30) UTE C 93-751 U o equivalente: componentes electrónicos, materiales de base para las tarjetas impresas, compilación de especificaciones particulares.

3.8.5 Sistema de puertas de andén

- 1) BS 1449 Steel plate, sheet and strip, part 2, specification for stainless and heat-resisting steel plate, sheet and strip
- 2) BS 7608 :1993 Fatigue calculation
- 3) BS EN 60204-1 Safety of machinery- electrical Equipments of Machines
- 4) BS1474 Aluminium extrusion for Threshold
- 5) BS1615 Aluminium anodizing
- 6) BS3745 Corrosion resistance – results
- 7) BS4675 Mechanical vibration in rotating machine



- 8) BS5466 Corrosion resistance
- 9) BS5512 Specification for rolling bearings
- 10) BS6161 Abrasive resistance
- 11) BS6206/ Specification for impact performance requirements for flat glass and safety plastics for use in buildings
- 12) Decreto Supremo n°039-2010-MTC - Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 13) Directive CEE n°89-33 Electromagnetic Compatibility
- 14) EN 50121-1, 2, 3-1, 3-2, 4, 5 Railway applications Electromagnetic Compatibility
- 15) EN 50125-2 Environmental
- 16) EN 55022 Limits and methods of measurements of radio disturbance
- 17) EN 61000-4-11 Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity test
- 18) EN 61000-4-5 Surge immunity test
- 19) EN 61000-4-6 Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields
- 20) EN 61000-4-8 Power Frequency Magnetic Field Immunity Test
- 21) EN 61000-6-1, 6-2, 6-4, 4-12 Electrical standards
- 22) EN18005 Automatic doors
- 23) IEC 60034-1 Rotating electrical machines
- 24) IEC 60034-11 Built in Thermal protection for electric motors rated up to 600 V ac
- 25) IEC 60085 and IEC 228 Electrical insulation, specification for conductors in insulated cables and cords.
- 26) IEC 60529 Degrees of protection (IP Codes)
- 27) IEC 60947-5-1, 11 Low voltage switchgear
- 28) IEC 62-257 Safety requirements
- 29) IEC 811-1-1-4 Methods of test for insulation and sheath of electrical cables and cords
- 30) NF P 01012 – NF P 01013 Test methods for Safety Barriers
- 31) SNCF Standards: relays type NS1 French Rail company Standard Safety relays
- 32) UNI 7508: Metropolitane. Banchine di stazione

3.8.6 Superestructura de la vía

- 1) Decreto Supremo n°039-2010-MTC - Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 2) EN 13145:2003 Applicazioni ferroviarie - Binario - Traverse in legno
- 3) EN 13146-1:2003 Applicazioni ferroviarie - Binario - Metodi di prova per i sistemi di fissaggio - Determinazione dello sforzo di ritenuta longitudinale sulla rotaia



- 4) EN 13146-2:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Determinación de la resistencia torsional
- 5) EN 13146-3:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Determinación de la atenuación de las cargas de impacto
- 6) EN 13146-4:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Parte 4: Efecto de las cargas repetidas
- 7) EN 13146-5:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Determinación de la resistencia eléctrica
- 8) EN 13146-6:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Efectos de severas condiciones ambientales
- 9) EN 13146-7:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Determinación de la fuerza de serraje
- 10) EN 13146-8:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Parte 8: Pruebas en ejercicio
- 11) EN 13230-1:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traveses y traviesas en hormigón - Requisitos generales
- 12) EN 13230-2:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traveses y traviesas en hormigón - Traviesas monobloque prefabricadas
- 13) EN 13230-3:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traveses y traviesas en hormigón - Traviesas de bloques reforzados
- 14) EN 13230-4:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traveses y traviesas en hormigón - Traveses prefabricados para intercambios y cruces
- 15) EN 13230-5:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traveses y traviesas en hormigón - Elementos especiales
- 16) EN 13231-1:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Aceptación de los trabajos - Parte 1: Trabajos en binario con balasto - Línea completa
- 17) EN 13231-2:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Aceptación de los trabajos - Parte 2: Trabajos en binario con balasto - Intercambios y cruces
- 18) EN 13231-3:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Aceptación de los trabajos - Parte 3: Aceptación de los trabajos de moladura, fresado y smerigliatura de las ruedas
- 19) EN 13232-1:2004 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios y cruces - Definiciones
- 20) EN 13232-2:2004 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios y cruces - Requisitos para el proyecto geométrico
- 21) EN 13232-3:2004 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios y cruces - Requisitos para la interacción rueda/rueda
- 22) EN 13232-4:2005 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios y cruces - Parte 4: Maniobra, bloqueo y control
- 23) EN 13232-5:2005 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios y cruces - Parte 5: Intercambios



- 24) EN 13232-6:2005 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Scambi ed incroci - Parte 6: Cuori fissi semplici e doppi per incroci
- 25) EN 13232-8:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Scambi ed incroci - Parte 8: Dispositivi di dilatazione
- 26) EN 13232-9:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Scambi ed incroci - Parte 9: Asieme complessivo
- 27) EN 13450:2003 - Agregati per massicciate per ferrovie
- 28) EN 13481-1:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestazionali per i sistemi di fissaggio - Parte 1: Definizioni
- 29) EN 13481-2:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestazionali per i sistemi di fissaggio - Parte 2: Sistemas di fissaggio per le traverse di calcestruzzo
- 30) EN 13481-3:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestazionali per i sistemi di fissaggio - Parte 3: Sistemas di fissaggio per le traverse di legno
- 31) EN 13481-4:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestazionali per i sistemi di fissaggio - Parte 4: Sistemas di fissaggio per le traverse di acciaio
- 32) EN 13481-5:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestazionali per i sistemi di fissaggio - Parte 5: Sistemas di fissaggio per i piastroni
- 33) EN 13481-7:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestazionali per i sistemi di fissaggio - Parte 7: Sistemas di fissaggio speciali per scambi, incroci e controrotaia
- 34) EN 13481-8:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestazionali per i sistemi di fissaggio - Parte 8: Sistemas di fissaggio per binari con elevato carico assiale
- 35) EN 13674-1:2008 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Rotaia - Parte 1: Rotaie Vignole di massa maggiore o uguale a 46 kg/m
- 36) EN 13674-2:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario- Rotaia - Parte 2: Rotaie per scambi e incroci utilizzate in accoppiamento con rotaie Vignole da 46 kg/m e oltre
- 37) EN 13674-3:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario- Rotaia - Parte 3: Controrotaie
- 38) EN 13674-4:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Rotaia - Parte 4: Rotaie Vignole di massa compresa fra 27 kg/m e 46 kg/m (escluso 46 kg/m)
- 39) EN 13803-1:2007 Aplicaciones ferroviarias - Parametri di progettazione dei tracciati del binario -Scartamento del binario 1 435 mm e maggiore - Parte 1: Piena linea.
- 40) EN 13803-2:2007 Aplicaciones ferroviarias - Parametri di progettazione dei tracciati del binario -Scartamento del binario 1 435 mm e maggiore - Parte 2: Scambi e incroci e situazioni di progettazione del tracciato paragonabili con cambi di curvatura discontinui
- 41) EN 13848-2:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Qualità della geometria del binario - Parte 2: Sistemas di misura - Veicoli per la misurazione del binario
- 42) EN 13848-5:2008 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Qualità della geometria del binario - Parte 5: Livelli di qualità geometrica



- 43) EN 14587-1:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Soldadura a scintillio delle rotaie - Parte 1: Rotaie di acciaio nuove R220, R260, R260Mn e R350HT in una istallazione fissa
- 44) EN 14587-2 04/2009 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Soldadura a scintillio delle rotaie - Parte 2: Nuove rotaie di tipo R220, R260, R260Mn ed R350HT con macchine per saldatura mobili in postazioni diverse da un impianto fissa.
- 45) EN 14730-1 08/2006 Track.Welding of rails.Part.2.1: Approval of aluminothermic welding processes
- 46) EN 14730-2 08/2006 Track.Welding of rails.Part.2.2: Tests for qualification of aluminothermic welders, approval of contractor and acceptance of welds
- 47) EN 15594 04/2009-05-22 Track. Restoration of rail by electric arc welding
- 48) ENV 13481-6:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestazionali dei sistemi di fissaggio rotaia-traversa - Speciali sistemi di fissaggio rotaia-traversa per attenuazioni delle vibrazioni
- 49) UIC Code 719 R - Earthworks and Trackbed Layers for Railway Lines.
- 50) UNI 11143-3:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 3: Rumore ferroviario (Acoustics - Method to evaluate the acoustics impact and environment for different kinds of sources - Part 3: Railroad noise)
- 51) UIC 864 - Technical specification for the supply of rail seat pads

3.9 Material rodante

- 1) AFNOR 16101 -102-103 "Railway rolling stock fire behaviour - Choice of materials, application to electrical equipment". 102 Intelligent Transport Systems - Ecall – Operating 103 Energy management and energy efficiency
- 2) ASTM D-2000 Standard Classification System for Rubber Products in Automotive Applications
- 3) CEI EN 60322 Railway applications. Electric equipment for rolling stock. Rules for power resistors of open construction
- 4) CEI EN 60349-2: Railway applications. Rotating electrical machines for rail and road vehicles. Electronic convertor-fed alternating current motors
- 5) CEI EN 61557 Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.
- 6) EN 12080: Railway applications - Axleboxes - Rolling bearings
- 7) EN 12081: Railway applications – Axleboxes – Lubricating greases
- 8) EN 12082: Railway applications – Axleboxes – Performance testing
- 9) EN 12663: Requisitos de dimensionamiento de las estructuras de los vehiculos ferroviarios



- 10) EN 13103: .Railway applications - Wheelsets and bogies - Non- powered axles - Design method
- 11) EN 13104 Railway applications - wheelsets and bogies - powered axles - design method.
- 12) EN 13260 Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheelsets. Product requirements
- 13) EN 13261 Railway Applications- Wheelsets and bogies- Axles – Product Requirements
- 14) EN 13262: Railway Applications- Wheelsets and bogies – Wheels- Product Requirements
- 15) EN 13452 Railway applications. Braking. Mass transit brake systems
- 16) EN 13749 Railway applications – Wheelsets and Bogies – Methods of specifying the Structural Requirements of Bogie Frames
- 17) EN 13979.1 A Railway applications. Wheelsets and bogies. Monobloc wheels. Technical approval procedure. Forged and rolled wheels
- 18) EN 14363 Railway applications. Testing for the acceptance of running Characteristics of railway vehicles. Testing of brunning behaviour and stationary tests
- 19) EN 14750: Railway applications - Air conditioning for urban and suburban rolling stock
- 20) EN 14750-1: Air conditioning for urban and suburban rolling stock. Part 1: Confort parameters.
- 21) EN 14750-2: Air conditioning for urban and suburban rolling stock. Part 2: Type Tests.
- 22) EN 14752: Railway applications. Body entrance systems
- 23) EN 15085 1-2-3-4-5: Railway applications – Welding of Railway Vehicles and their components
- 24) EN 15227: Railway applications. Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies
- 25) EN/TS 45545-1, Railway applications/Fire protections on railway vehicles-Part 1: General
- 26) EN/TS 45545-2, Railway applications/Fire protections on railway vehicles -Part 2: Requirements for fire behaviour of materials and components
- 27) EN/TS 45545-3, Railway applications/Fire protections on railway vehicles -Part 3: Fire resistance requirements for fire barriers
- 28) EN/TS 45545-4, Railway applications/Fire protections on railway vehicles -Part 4: Fire safety requirements for railway rolling stock design
- 29) EN/TS 45545-5, Railway applications/Fire protections on railway vehicles -Part 5: Fire safety requirements for electrical equipment including that of trolley buses, track guided buses



- 30) EN/TS 45545-6, Railway applications/Fire protections on railway vehicles Part 6: Fire control and management systems
- 31) EN/TS 45545-7, Railway applications/Fire protections on railway vehicles -Part 7: Fire safety requirements for flammable liquid and flammable gas installations
- 32) EN 50121-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Generality
- 33) EN 50121-2 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission of the whole railway system to the outside world
- 34) EN 50121-3-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Rolling stock. Train and complete vehicle
- 35) EN 50121-3-2 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock – Apparatus
- 36) EN 50121-4 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus
- 37) EN 50121-5: Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus
- 38) EN 50207 Railway Applications - Electronic Power Converters For Rolling Stock
- 39) EN 50124: Railway applications - Insulation coordination
- 40) EN 50125: Railway applications - Environmental conditions for equipment
- 41) EN 50126: Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS).
- 42) EN 50163: Railway applications - Supply voltages of traction systems.
- 43) EN 50155: Railways Applications Electronic Equipment Used on Rolling Stock
- 44) EN 50206-2...Railway applications – Rolling stock – Pantographs: Characteristics and tests; Part 2: Pantographs for metros and light rail vehicles
- 45) FS-ST 308474 Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari
- 46) IEC 60349: Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles
- 47) IEC 61133 applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service
- 48) IEE C 61375 Electric railway equipment- Train bus
- 49) ISO 281 Rolling bearings – Dynamic load ratings and rating life
- 50) ISO 2631-1: Mechanical vibration and shock. Evaluation of human exposure to whole-body vibration. General Requirements
- 51) ISO 2631-4 Mechanical vibration and shock. Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Guidelines for the evaluation of the effects of vibration and rotational motion on passenger and crew comfort in fixed-guideway transport systems



- 52) ISO EN 3095 Railway applications – acoustics – Measurement of noise emitted by railbound vehicles.
- 53) ISO EN 3381 Railway applications – acoustics – Measurement of noise inside rail bound vehicles.
- 54) NF F 16-101 Fire test to railway components
- 55) NF F 16-102 Railway Rolling Stock Fire Behavior Choice of Materials-Electrical Equipment
- 56) NF F 31-250 Railway Rolling Stock. Laminated Glass
- 57) NFPA 130-2010 Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems
- 58) NF31-250. Railway rolling stock - Laminated glass
- 59) UIC 505 (partes 1-5) - Rolling Stock Construction Gauge;
- 60) UIC 515-0-1-4-5: Passenger rolling stock – trailer bogies – running gears
- 61) UIC 566 OR Loadings of Coach Bodies And Their Components
- 62) UIC 615: Bogies and running gears
- 63) UIC 811: Technical specification for the supply of axles for tractive and trailing stock
- 64) UIC 812-3: Technical Specifications for the supply of solid (monobloc) wheels in rolled non-alloy steel for tractive and trailing stock
- 65) UIC 813: Technical specification for the supply of wheelsets for tractive and trailing stock
- 66) UNI 11378:2010 Metropolitane - Materiale rotabile per metropolitane - Caratteristiche generali e prestazioni
- 67) UNI 8350-82 Metropolitane – Calcolo di verifica del dimensionamento delle sale delle carrozze. Verifica della resistenza
- 68) UNI 8881-86 Veicoli per ferrovie, metropolitane e tranvie: Accoppiatori automatici e integrali
- 69) UNI 9831-91 Criteri generali relativi ai sistemi diagnostici per il materiale rotabile

3.10 Medio Ambiente

Ver los documentos específicos en tema de medio ambiente.

3.11 Materiales y ensayos

- AISI American Iron and Steel Institute
- ANSI American National Standards Institute
- ASE Association Suisse des Electriciens
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ASTM American Society for Testing and Materials
- AWS American Welding Society



- AWWA American Water Works Association.
- BSI British Standards Institution
- CEI Comitato Elettrotecnico Italiano
- DIN Deutsche Industrie Normen
- IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers
- IEC International Electrotechnical Commission
- IIW International Institute of Welding
- ISO International Organization for Standardization
- JEC Japanese Electrotechnical Committee
- JIS Japanese Industrial Standards
- NEMA National Electrical Manufacturers Association
- SAE Society of Automotive Engineers
- SEN Svenska Elektrotekniska Normer
- SHF Société Hydrotechnique de France
- SIS Swedish Standards Organization
- UTE Unión Technique de l'Electricité
- VDE Verein Deutscher Elektrotechniker

Otros códigos aplicables

Además, se respetarán las instrucciones de las Entidades de Lima, encargadas de controlar el proyecto.



4 EXIGENCIAS PRESTACIONALES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

4.1 Previsión de la Demanda

En base a las estimaciones realizadas respecto al posible tráfico en la línea 2, a largo plazo, se asume la siguiente tabla de previsión de la demanda:

Tabla 3. Previsión de demanda

Flujo máximo en hora punta	Línea 2
2018 - 15,410 pasajeros/hora/dirección (solo Etapa 1)	
2020 - 27,257 pasajeros/hora/dirección - ESC 2.3	
2030 - 31,684 pasajeros/hora/dirección - ESC 3.3	
2047 (Extrapolación) 62,000 pasajeros/hora/dirección)	

4.2 Caracterización del sistema de transporte

4.2.1 Capacidad unitaria del tren-tipo y capacidad de transporte de proyecto

En lo que se refiere a la capacidad unitaria de transporte (coche-tipo /tren-tipo) se deberá hacer referencia a las siguientes condiciones de carga:

C = asientos ocupados y 6 pasajeros/m² de pie.

El tren-tipo deberá ofrecer un número de asientos de al menos un 10% de los puestos totales, evaluados en las condiciones de carga C. Deberán tener una capacidad mínima de 1200 pax/tren por un tren de 6 coches, y dejar la posibilidad de agregar un coche más para alcanzar una capacidad de 1400 pax/tren. Se asume como "Capacidad de Transporte de Proyecto" el valor de 62.000 pasajeros/hora/dirección, evaluados en la condición de carga C, asumida como estándar de calidad del sistema.

Este valor representa la prestación mínima requerida en términos de capacidad de transporte del sistema, la cual será la base para el dimensionamiento del mismo (capacidad, frecuencia del servicio), y deberá ser garantizada independientemente del número y del tipo de unidades de tracción que componen el tren.

Los criterios guía de diseño deben estar basados en la máxima funcionalidad (reducción de los volúmenes de excavación de los túneles, de las dimensiones de los ductos y vestíbulos, manteniendo los estándares de seguridad) con el fin de minimizar el impacto de las obras en el entorno.

Se entiende como fundamental que la tecnología del sistema a proponer deba poder integrar trenes de altacapacidad unitaria y servicios de alta frecuencia.



Para el cálculo de la evacuación en fase de emergencia, a efectuarse con las modalidades previstas por la normativa vigente, se considerará una concentración de multitud coherente con la capacidad máxima del tren tipo previsto por el Postor.

4.2.2 Simulación de la marcha del tren tipo

En lo que se refiere a los datos del proyecto (trazado, capacidad de transporte, rendimiento del material rodante), deberá ser simulado el diagrama de marcha del tren tipo para la determinación de los principales indicadores prestacionales del servicio:

- Velocidad comercial;
- Tiempo del ciclo;
- Consumo de tracción;
- Número de trenes necesarios en servicio;

La simulación de la marcha deberá hacer referencia a los siguientes parámetros fundamentales:

- Parámetros prestacionales del tren (aceleraciones, desaceleraciones, velocidad máxima);
- Geometría del trazado plano y altimétrico;
- Distancia entre las estaciones;
- Tiempos de inversión en las estaciones terminales;
- Tiempos de detención en la estación;

4.2.3 Programas de explotación y dimensionamiento del material rodante

Deberá ejecutarse un programa de ejercicio variable, en términos de intervalos de pasada de los trenes en función de la demanda requerida.

La automatización integral deberá permitir una amplia flexibilidad en operación para así poder garantizar una máxima conexión entre la oferta y la demanda en las diferentes franjas horarias del día.

La adaptación de la oferta a la demanda deberá realizarse de manera dinámica, variando el número de trenes en la línea a través de determinados comandos desde el Puesto Central de Supervisión.

Deberá ser posible el pasolibre de los trenes para afrontar situaciones propias de la fase de punta (horas punta), así como también reducir inmediatamente después el número de trenes en línea, adaptando el servicio a la siguiente fase de tráfico posible sea normal o baja.

- En la hora de punta se debe proveer una capacidad de transporte de proyecto de al menos
 - 27.000 pasajeros/hora/dirección aproximadamente en el año 2020
 - 48.000 pasajeros/hora/dirección aproximadamente en el año 2030
 - 62.000 pasajeros/hora/dirección aproximadamente en el año 2047
- La duración total diaria de la fase de hora punta, en la cual debe realizarse el funcionamiento requerido, no será inferior al valor indicado en la Tabla 3, divididas en dos periodos distintos (mañana/tarde);
- En los intervalos horarios de baja demanda, los tiempos de espera en el andén no deberán ser superiores a 10 minutos para ambas líneas. Los niveles de frecuencia serán testeados para cada hora de servicio, a partir del inicio de la fase de ejercicio y



corresponderán a la suma de todos los accesos a las estaciones, en los cuales se detectarán de forma continua mediante un sistema de monitoreo colocado en estos (en los accesos).

El dimensionamiento del material rodante debe ser de manera tal que satisfaga una capacidad de transporte de proyecto de al menos 62.000 pasajeros/hora/dirección para el año 2047, calculada en condiciones de carga de tipo C. A los fines del cálculo del material rodante necesario para efectuar el servicio, se deberá tener en cuenta los resultados de la simulación de la marcha del tren tipo en línea, como también la estimación del número de material rodante de reserva.

4.3 Capacidad de Ampliación

El Sistema deberá ser concebido y realizado de manera que garantice la posibilidad de futuras extensiones de la traza (alargamientos, ramificaciones) y el aumento de la capacidad de transporte, actuando mediante el incremento de la frecuencia de pasadade los trenes y/o el aumento de la capacidad unitaria del tren-tipo.

A efectos de evaluar el rendimiento de la capacidad de ampliación del sistema, podrán ser representados futuros incrementos del material rodante, pero no podrán considerarse soluciones que prevean significativas intervenciones en la estructura (características funcionales y estructurales de las estaciones y de la línea, reconstrucción de las instalaciones del sistema).

Respecto a las estaciones de intercambio ferroviario, estas deberán considerar en su diseño la integración con futuros proyectos ferroviarios.

4.4 Capacidad de las estaciones

La capacidad de las estaciones y por lo tanto el dimensionamiento de los espacios destinados al ingreso desde el exterior, al vestíbulo, a los andenes, a las conexiones verticales y horizontales y a los locales técnicos se encuentran encuadrados según la normativa y las especificaciones técnicas internacionales en particular:

- Decreto Supremo n°039-2010-MTC
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, junio 2006
- NFPA 130 (ver. 2010 y siguientes)
- TC RP REPORT 100 - Transit Capacity and Quality of Service – manual, 2nd Edition, 2003

Para las estaciones de intercambio el dimensionamiento de dichos espacios deberá ser verificado haciendo referencia al flujo de intercambio predecible.

Para todos los detalles y para los criterios funcionales de las estaciones se debe tener en consideración lo señalado en el ítem 13 de la presente especificación.

4.5 Fiabilidad, Disponibilidad, Regularidad, Mantenibilidad, calidad del servicio (RAMS)

En este capítulo se ilustran a continuación los principales parámetros de eficiencia del sistema que serán requeridos como nivel mínimo a ser garantizado por el Concesionario.



4.5.1 Disponibilidad del servicio

Se trata de la relación entre la producción diaria unitaria efectuada y la producción diaria unitaria programada, en un periodo definido en el contrato. La definición detallada de este parámetro, la forma de medición y monitoreo, y los valores esperados se encuentran en el Anexo 7 del Contrato de Concesión.

4.5.2 Regularidad de la explotación

Se trata de la relación entre el número de recorridos realizados en el intervalo de punta con distanciamiento inferior o igual a aquel programado y el número de recorridos programados en el mismo intervalo de punta en el periodo definido en el contrato. La definición detallada de este parámetro, la forma de medición y monitoreo, y los valores esperados se encuentran en el Anexo 7 del Contrato de Concesión.

4.5.3 Tiempo de recorrido/velocidad comercial

El tiempo de recorrido mínimo de trenes del sistema no debe ser mayor que 7% en comparación con el tiempo mínimo de viaje teórico. El tiempo mínimo de viaje teórico es un cálculo que se basa exclusivamente en las características de la vía y del tren sin tener en cuenta los retrasos del sistema.

El sistema debe obtener una velocidad mínima comercial de alrededor de 35km/h en la línea entera (incluyendo los tiempos de permanencia en las estaciones y los movimientos en las áreas de inversión) en base a las características del tren y de línea.

4.5.4 Precisión de parada en andén

Los trenes que funcionan en modo automático se detendrán en el andén con una exactitud de posicionamiento que permita que las puertas (del tren y del andén) se abran de forma segura:

- Mejor de $\pm 0,20$ m en el 99,9 % de las veces
- Mejor de $\pm 0,50$ m en el 99,999 % de las veces

La probabilidad de que los trenes automáticos puedan llegar sin el espacio adecuado en el andén de una estación sin poder abrirse las puertas, y la necesidad de reiniciar el tren en el modo automático, debe ser menor que 10^{-5} (suponiendo que la "parada corta" no es debida a la frenada de emergencia).

Los trenes que funcionan en modo automático deberán detenerse en el andén con una exactitud de posicionamiento:

- Mejor de $\pm 0,50$ m en el 99,9 % de las veces
- Mejor de $\pm 1,50$ m en el 99,99% de las veces

4.5.5 Requisitos de confiabilidad del servicio

La activación del frenado de emergencia debido a uno o múltiples averías al interior del sistema no deberá ser superior a una activación del frenado de emergencia cada 5000 corridas. El Concesionario deberá asumir como criterio básico que la corrida empiece y termine en las estaciones de cabeza de la línea.



4.5.6 Requisitos de disponibilidad de los subsistemas

Las disponibilidades mínimas requeridas por los sub-sistemas completos deberán ser los siguientes:

- Para el sub-sistema CBTC (que incluye los sub-sistemas ATO, ATP, DCS y CBI): 99,9%.
- Para el sub-sistema de control de las puertas de los andenes: 99,9 %

Los requisitos de disponibilidad deberán incluir además los defectos del software que no necesiten una acción correctiva de mantenimiento del hardware, y que sólo necesiten un rearranque o cargamento del nuevo software. Los requisitos de disponibilidad no se aplican a la falta de disponibilidad por mantenimiento programado.

4.5.7 Requisitos de mantenibilidad

El máximo tiempo promedio aceptable para la reparación (MTTR expresado en minutos) de cada sub-sistema principal es el siguiente:

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| - Equipos de a bordo: | 40 minutos |
| - ATC de tierra: | 40 minutos |
| - Radio de tierra: | 40 minutos |
| - ATS: | 40 minutos |
| - Red de comunicación de tierra : | 40 minutos |
| - CBI: | 40 minutos |
| - PSD: | 20 minutos |

El MTTR deberá incluir el diagnóstico en el sitio, la sustitución de los componentes defectuosos y las pruebas e las unidades reparadas, del sub-sistema o sistema.

El MTTR se calcula considerando la disponibilidad de todos los equipos e instrumentaciones para el mantenimiento.

El MTTR no toma en cuenta el acceso al sistema.

El MTTR empieza cuando el personal encargado del mantenimiento llega físicamente a la posición de la unidad en avería con todos los equipos necesarios, repuestos e instrumentos útiles para la ejecución de la acción correctiva de mantenimiento.

4.5.8 Preparación del tren

El tiempo considerado por el sistema para la preparación del tren (por ejemplo desde el momento en el cual la orden de preparación es enviada por el operador hasta el momento en el cual el sistema CBTC puede controlar el tren) no deberá superar los 4 minutos. Este tiempo no incluirá el tiempo de preparación del material rodante.

En las modalidades operativas normales (cuando la potencia de tracción eléctrica es disponible), todos los equipos de a bordo (incluidos los equipos ATC y DCS) no deberán utilizar más de 500W.

Los equipos de a bordo ATC y DCS deberán incluir una modalidad de ahorro energético para las siguientes configuraciones:

- Cuando el equipo se encuentra en modalidad "stand-by",
- Cuando el equipo se encuentra en modalidad "sleep" (solo la radio es activa para "despertar" el tren),
- En caso de falta de potencia de tracción eléctrica para mas de 60 minutos.



El consumo eléctrico en modalidad de ahorro energético deberá limitarse a 60Watt.

4.5.9 Ingreso y salida de los pasajeros

El sistema propuesto deberá satisfacer los siguientes requisitos prestacionales para las puertas del tren y de los andenes.

El ATC autorizará y mandará la apertura de las puertas del tren y de las puertas de los andenes sólo después de la parada completa del tren.

El tiempo transcurrido entre la parada completa del tren y el momento en el cual las puertas del tren y de los andenes empiezan abrirse deberá ser:

- Inferior de 1.0s (valor promedio)
- Inferior de 1.5s para el 100% de los casos.

El tiempo transcurrido entre el estado de cierre de las puertas del tren y de los andenes, y el mando de salida enviado al tren deberá ser:

- Inferior de 1.0 s (valor promedio)
- Inferior de 1.5 s para el 100% de los casos.

El tiempo transcurrido entre el inicio del movimiento de apertura de las puertas del tren y el inicio del movimiento de apertura de las puertas de los andenes (en el caso estas vengan adecuadas a futuro), deberá ser inferior a 500ms.

El tiempo transcurrido entre el inicio del movimiento de cierre de las puertas del tren y el inicio del movimiento de cierre de las puertas de los andenes (en el caso estas vengan adecuadas a futuro), deberá ser inferior a 500ms.

4.5.10 Fiabilidad y Disponibilidad del material rodante

Por lo que concierne a la confiabilidad global del convoy, deberá ser suministrado el índice α , definido como el número de los eventos por millón de km susceptible de parada de un tren de línea y sucesivo rearranque de la marcha con un atraso superior a los 5 minutos, o eventualmente la necesidad de sustitución del convoy.

Tal valor no podrá ser superior a 40.

Por lo que concierne a la disponibilidad global, deberá ser suministrado el índice delta (δ), definido como el porcentaje promedio de disponibilidad garantizada del conjunto de trenes que componen la flota, respecto a la disponibilidad teórica calculada sobre 24 meses de detección.

El levantamiento de los datos de disponibilidad será efectuado todos los días después el cierre de la línea, y la condición de disponibilidad del singular tren será considerada según lo especificado a continuación:

- Equipos de mando, control y señalización en las cabinas de conducción.
- Pantógrafos, protecciones AT, accionamientos de tracción, convertidores estáticos para servicios auxiliares, cargadores de baterías, electrónicas de control y sistemas de comunicación de a bordo, incluidas las redundancias previstas para cada equipo.
- Grupos de producción de aire, sistemas de frenado, sistemas de suspensión, frenos de estacionamiento y dispositivos anti-derrapamiento.
- Puertas de salida.
- Climatización de los compartimientos
- Eficiencia por lo menos del 90% de los puntos de luz del sistema de iluminación, para cada ambiente.



- Eficiencia por lo menos del 90% de los difusores acústicos del sistema de comunicación al público, para cada ambiente.

El valor del índice delta debe ser superior a 90%.

4.5.11 Índice de Calidad de las Estaciones

El Concesionario deberá garantizar la calidad de los parámetros evidenciados a continuación:

- Sistema de conteo ingresos/salidas de los pasajeros
- Máquinas emisoras de tickets
- Puertas de los andenes
- Escaleras eléctricas
- Pantalla informaciones en los andenes
- Ascensores
- Iluminación de las estaciones
- Sistemas de megafonía en las estaciones
- Infiltraciones de agua

La definición detallada de este parámetro, la forma de medición y monitoreo, y los valores esperados se encuentran en el Anexo 7 del Contrato de Concesión.

4.5.12 Índice de Calidad del Material Rodante

Para el índice de calidad del material rodante, los parámetros objetivos son los siguientes:

- Megafonía
- Iluminación de los espacios reservados a los pasajeros
- Climatización de los espacios reservados a los pasajeros
- Puertas

La definición detallada de este parámetro, la forma de medición y monitoreo, y los valores esperados se encuentran en el Anexo 7 del Contrato de Concesión.

4.5.13 Índice de Satisfacción de los Usuarios

Se trata del porcentaje de usuarios satisfechos, calculado sobre la base de encuestas periódicas de satisfacción del cliente.

La definición detallada de este parámetro, la forma de medición y monitoreo, y los valores esperados se encuentran en el Anexo 7 del Contrato de Concesión.

4.5.14 Índice de Fraude

Se trata de la relación entre un nivel de fraude referencial y el nivel realmente detectado.

La definición detallada de este parámetro, la forma de medición y monitoreo, y los valores esperados se encuentran en el Anexo 7 del Contrato de Concesión.



4.5.15 Plan RAMS

El Concesionario deberá desarrollar un Plan de Criterios RAMS en los Estudios Definitivos, cuyos objetivos serán los siguientes:

- Tener un plan de manejo detallado a los equipos de diseño de obras civiles y sistemas por lo que concierne la filosofía técnica de los criterios RAMS (por ejemplo la selección de componentes, el sobredimensionamiento, la normalización, la política de mantenimiento, etc.).
- Asegurar que el programa RAMS sea desarrollado en conformidad con los hitos de Proyecto previstos, y que sea identificado y manejado cualquier riesgo respecto la falta de observancia contractual de los requisitos de las bases.
- Asegurar que los subcontratistas de obras civiles y proveedores de sistemas cumplan con la observancia contractual respecto a los requisitos de las bases y de las políticas del RAMS.
- Identificar los puntos débiles del Proyecto mediante un análisis de diseño y ensayos formales para mejorar la calidad del servicio y aportar modificaciones al Proyecto.
- Identificación previa y sucesiva gestión y control de los elementos críticos, además de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Suministrar indicaciones sobre la verificación del RAMS y sobre los criterios de aceptación a definirse para los sistemas de material rodante.
- Demostrar que el diseño del material rodante satisface los requisitos RAMS del Contrato y de sus Anexos.
- Definir las metodologías a implementarse para demostrar y garantizar que el producto final presente y obtenga los estándares de seguridad adecuados y conformes.



5 REQUISITOS TECNOLÓGICOS DEL SISTEMA DE LÍNEA Y DEL MATERIAL RODANTE

5.1 Descripción general

El proyecto de la Línea 2 y el Ramal Av. Faucett-Gambetta se inspira en la tecnología de Metro completamente automatizado, cuyos requisitos generales pueden resumirse como sigue:

- vías totalmente reservadas y protegidas;
- trenes automatizados sin conductor a bordo (Nivel UITP- GoA 4);
- vehículos equipados con ruedas de acero tipo ferroviario;
- equipo de tracción con accionamiento electrónico;
- frenado del vehículo de tipo regenerativo con recuperación de energía en línea;
- estaciones dotadas con puertas en los andenes;
- sistema centralizado de comando y control de la línea, de las estaciones y de operación (ATP, ATO, ATS).

En lo que respecta a la presencia de personal de operación, se destaca lo siguiente:

- todas las situaciones normales de operación serán gestionadas y resueltas a través de funciones automatizadas o centralizadas;
- las estaciones, los espacios anexos y locales de servicio, no requieren personal en lo que respecta a la gestión técnica de la operación;
- en cada caso y en cada situación se deberá garantizar la seguridad de los pasajeros a bordo de los trenes y al interior de las estaciones, incluso en situaciones de deterioro del rendimiento del Sistema.

La Tecnología de Sistema incluye los siguientes subsistemas:

- vías y superestructura ferroviaria
- alimentación eléctrica
- tracción eléctrica;
- señalización y automatización;
- puertas automáticas de andén;
- control de pasajeros y boleterías
- telecomunicación y gestión centralizada;
- supervisión;
- material rodante;
- Patio-Taller.

5.2 Requisitos de proyecto

Deberán ser utilizados en el proyecto componentes suficientemente testeados y confiables, los cuales, presentarán las siguientes características fundamentales.



- *Modularidad de los componentes*

En todo el sistema de la "Línea 2 y del Ramal Av. Faucett-Gambeta" deberán utilizarse componentes estandarizados para permitir una posible activación futura del sistema para nuevos tramos funcionales y garantizar de esta forma la posibilidad de crecimiento (en términos de capacidad del sistema y extensiones).

- *Accesibilidad y fácil mantenimiento*

Todos los componentes del sistema deberán ser accesibles para las pruebas de funcionamiento o para su sustitución, sin tener la necesidad de intervenir sobre un número excesivo de otros componentes. Cuanto más operaciones de mantenimiento requieran los equipos, estos deberán ser más accesibles. El mantenimiento ordinario, incluso las revisiones, recambios y reparaciones, no deberán requerir tiempos, esfuerzos o conocimientos más allá del límite que se considera aceptable para el sector del transporte público.

Para mayores detalles referase al ítem 4.5.

- *Vida útil de los equipos y mantenimiento en el tiempo*

El Sistema debe ser de fácil mantenimiento y con una vida útil extendida de por lo menos un periodo de 30 años de operación, con materiales idénticos o equivalentes a los originales, también realizando las necesarias actualizaciones tecnológicas o la sustitución integral de subsistemas.

- *Eficiencia y confiabilidad*

Con el fin de reducir la probabilidad de fallas del sistema y el impacto al servicio de pasajeros, el proyecto deberá considerar todos los aspectos de confiabilidad y capacidad de intercambio, previniendo en particular:

- a) uso de componentes de confiabilidad comprobada;
- b) minimizar el número de fallas que puedan interrumpir el servicio;
- c) capacidad del sistema de continuar el servicio en presencia de fallas.

5.3 Requisitos funcionales

5.3.1 Marcha automática

El Sistema deberá permitir, en situaciones normales, la marcha automática de los trenes. El nivel mínimo de automatización requerido por el sistema será GoA4 según la clasificación UITP.

La marcha de manera automática comprende una serie de funciones que en general permitirán la operación sin la presencia de personal a bordo:

- Salida de las estaciones terminales según el horario teórico o según lo imponga el Puesto Central de Supervisión;
- Manejo automatizado de los trenes (aceleración, desaceleración, etc. ...), respetando los vínculos impuestos por la traza y los límites de distancia entre los trenes, todo de manera coherente con los requisitos de seguridad;
- Parada automatizada, de manera de posicionar el tren con sus puertas en correspondencia con las puertas de los andenes;



- Apertura y cierre simultáneos de las puertas en las estaciones (puertas del tren y puertas de andenes);
- Inversión en las estaciones terminales;
- Ingreso automático de los trenes en línea;
- Salida automática de los trenes;
- Gestión automática de la circulación entre vía principal y patio.

El Sistema debe ser proyectado y realizado de manera que pueda ser gestionado en forma automática o de manera remota (Puesto Central de Supervisión), sea en condiciones normales de operación, sea en situaciones imprevistas debido a fallas o anomalías.

5.3.2 Flexibilidad en operación

La flexibilidad operativa de un sistema automatizado le permite atender mejor en términos de servicio y sin costos adicionales de personal, respondiendo rápidamente a los cambios de flujo de pasajeros que pueden estar vinculados a hechos concretos y puntuales que afectan a la ciudad. El sistema también debe ser capaz de funcionar regularmente, por intervalos de tiempo inferiores a una hora, en la frecuencia máxima permitida por las instalaciones y por el equipo tecnológico instalado.

5.3.3 Inversión automática en las estaciones terminales

Entre las funciones automáticas, se prevé la inversión en las estaciones terminales. Por lo tanto, en la estación terminal, los trenes llevan a cabo automáticamente las acciones necesarias para situarse en el andén de partida, listos para efectuar el servicio en la dirección opuesta. La inversión en las estaciones terminales deberá realizarse de manera de: no retrasar los trenes siguientes mientras llegan a la estación terminal, garantizando la distancia mínima prevista para el Sistema, permitir la salida de los trenes en dirección opuesta, con una distancia regular y según el horario teórico establecido.

5.3.4 Puesto Central de Supervisión (PCS)

La gestión y explotación de las líneas 2 y el Ramal Av. Faucett-Gambetase delegan a las bases de operación en un Puesto Central de Supervisión situado en locales especiales debidamente equipados. La ubicación de estos locales puede estar en uno de los depósitos de la línea, o en cualquier otro lugar.

Se espera que el proyecto del Puesto Central de Supervisión pueda ser eventualmente también conformado en una única estructura central de control de la red de Metros de la ciudad, con el fin de potenciar la seguridad y la coordinación en fase de emergencia. El servicio, iniciará la puesta en marcha matutina después de la suspensión nocturna, a través de comandos operados desde el Puesto Central.

Las indicaciones desde el Puesto Central activarán una serie de procedimientos automáticos (testeo a los subsistemas, ingreso de los trenes a la línea, comienzo de la circulación, etc.). Normalmente, durante el servicio, no será necesaria algún tipo de operación desde el Puesto Central.

En régimen de funcionamiento normal, por lo tanto, el Puesto Central deberá efectuar sustancialmente sólo funciones de control y supervisión. Deberán ser permitidas todas las operaciones de comando, en caso que el operador tenga la necesidad de interactuar con el Sistema.



En particular, el puesto central debe ser capaz de realizar, con comandos simples, las siguientes operaciones:

- Indicar las variaciones en el horario teórico, por ejemplo intensificación de la circulación en presencia de eventos imprevistos externos;
- Indicar y regular la marcha de los trenes, enviándolos donde sea deseado;
- Ingresar trenes adicionales en línea;
- Extraer trenes de la línea;
- Reanudar los trenes después de eventuales interrupciones en la circulación;
- Modificar los tiempos pre-programados de abertura de las puertas;
- Impartir órdenes al Sistema de comandos de reconfiguración del ejercicio (por ejemplo: limitaciones en la circulación de un tramo);
- Impartir órdenes de comando de exclusión de una o más estaciones del ejercicio (por ejemplo podrá ser necesario evitar la parada en una estación intermedia en presencia de eventuales fenómenos externos);
- Efectuar comandos asociados con la gestión de los imprevistos (Ej.: reconfiguración en caso de fallas);
- Gestionar la recuperación automática de un tren con fallas en línea;
- Efectuar comandos asociados con la gestión de emergencia (Ej.: incendio, Sismo, Tsunami);
- Detener la circulación, evacuación de los trenes y de las estaciones, etc.
- Impartir órdenes de comando para configurar los sistemas de alimentación y tracción eléctrica;
- Gestionar las alarmas, reinicio (reset) e iniciar procedimientos de auto test en los subsistemas;
- Controlar y comandar todos los subsistemas componentes del Sistema;
- Controlar y comandar todas las instalaciones fijas no pertenecientes al Sistema;
- Telecontrolar las estaciones y los trenes, teniendo particular atención a los usuarios, a través de los sistemas de telecomunicación.

La solución tendrá que prever la disponibilidad de un sistema secundario de gerenciamiento, que toma el control de la línea en situaciones de emergencia que conducen a la no disponibilidad del Puesto Central de Supervisión primario y que se puede utilizar, en condiciones normales, para el entrenamiento del personal de operación, y para la simulación y pruebas eventuales a cambios producidos en el sistema.

5.3.5 Recuperación de un tren con falla en línea

En caso de avería en la línea de un tren, normalmente será posible, para la mayoría de los casos, manejar la anomalía desde el Puesto Central, a fin de reconfigurar el sistema, manteniendo al mismo tiempo los niveles necesarios de seguridad, para permitir la continuación de la marcha, aunque de manera degradada (por ejemplo, para llevar el tren a una vía secundaria o al depósito, después de dejar a los pasajeros en la primera estación disponible).



Si esto no es posible, se deberá poder realizar marcha atrás y controlarlo desde el Puesto Central, recuperando el tren averiado con uno de los trenes adyacentes. Esta operación, podrá llevarse a cabo incluso con pasajeros a bordo (en los dos trenes implicados) debe ser realizado de una manera segura y con un contragolpe durante el acoplamiento, que no cause a los pasajeros ningún riesgo de caída o lesión.

En situaciones de emergencia, por lo tanto, un tren en cualquier condición de carga, con tara a carga máxima, debe ser capaz de empujar a otro tren inactivo a carga máxima, en cualquier punto de la línea.

5.3.6 Seguridad

La seguridad del Sistema debe ser un objetivo primario, desde la fase de diseño.

La seguridad debe tener en cuenta:

- seguridad de la circulación;
- seguridad de los pasajeros (también fuera de los trenes);
- seguridad del personal;
- seguridad de todos aquellos que puedan – aunque de vez en cuando - tener interacción con el sistema de transporte (personal de mantenimiento, trabajadores y técnicos externos en fase de intervención en la línea, Bomberos, Seguridad Pública, personal sanitario de primeros auxilios, personas que generalmente transitan cerca de la línea y de las estaciones, etc. ...).

5.3.7 Tolerancia a fallas

Con el fin de evitar que el objetivo de seguridad sea incompatible con el de la disponibilidad del Sistema, éste último debe estar realizado de manera que cada componente o sub-componente sea insensible a una sola falla: por lo tanto, una falla individual no debe reducir el rendimiento del sistema ni, sin embargo, reducir el nivel de seguridad. Este requisito implica, normalmente, la adopción de un nivel difuso de redundancia en el Sistema. La redundancia debe ser realizada con el fin de hacer imposible que la misma causa ocasione daño a ambos componentes. En situaciones de redundancia, la falla de uno de los dos equipos redundantes debe ser reportada inmediatamente y no debe ser ocultado por el buen funcionamiento del otro equipo.

5.3.8 Sistema de control

Serán utilizados equipos dedicados para mantener constantemente bajo control la eficiencia y la seguridad de todos los componentes del Sistema.

En el caso de que tal equipo tenga la función de gestionar la redundancia, para funciones relacionadas con la seguridad, este deberá también ser realizado en seguridad intrínseca.

5.3.9 Seguridad contra actos criminales

El diseño del Sistema y de todos sus elementos debe considerar la seguridad contra actos criminales contra los pasajeros y vandálicos contra los elementos del Sistema de transporte en sí mismo contando con recursos tecnológicos de alertas para prevenir este tipo de actos.



5.4 Confort de los pasajeros

5.4.1 Confort durante la marcha

No podrán ser superados los siguientes valores límites:

Tabla 4. Parámetros fundamentales de servicio

Aceleración longitudinal	1,2 m/s ²	Contragolpe (Jerk)	1,0 m/s ³
Desaceleración longitudinal (de servicio)	1,4 m/s ²	Contragolpe (Jerk)	1,0 m/s ³
Desaceleración longitudinal (en emergencia)	2,4 m/s ²	Contragolpe (Jerk)	-----
Aceleración y desaceleración transversal (en cada condición)	1,4 m/s ²	Contragolpe (Jerk)	1,0 m/s ³

Estos niveles de confort en la marcha deberán ser satisfechos también con el material rodante y las vías al límite de degrado, antes de efectuarse las intervenciones de mantenimiento.

5.4.2 Ruido y Vibraciones

Deberá ser presentada, en los distintos niveles del diseño, un informe con la evaluación de los ruidos y vibraciones (al interior de los vehículos y en las estaciones) el cual indicará - entre otras cosas - los valores esperados para el Sistema y el cumplimiento de las normativas vigentes.

5.4.3 Aspectos varios de calidad del servicio

5.5 Situaciones de Emergencia

Las situaciones de emergencia puede ser consecuencia de fallas en el sistema, accidentes y catástrofes naturales. El Postor deberá indicar los límites impuestos al normal funcionamiento debido a la aparición de un evento de emergencia e indicar los procedimientos de intervención.

Los procedimientos de emergencia deben reducir al mínimo la paralización de los trenes en el túnel a lo largo de las vías. El Postor deberá indicar las condiciones que, en su opinión, pueden contemplar la paralización de trenes en el túnel y la evacuación de los pasajeros con procedimientos de emergencia relacionados.

En la fase de Concurso deberá ser producido un informe que describa la modalidad a adoptar para la gestión de esta problemática.

5.5.1 Interrupción de la circulación debido a fallas

En relación con la posible interrupción del servicio debido a una falla, se deberán proporcionar las medidas adecuadas para la correcta gestión.

5.5.2 Incendio

El incendio, entre las varias situaciones de emergencia posibles, es el más crítico, y en manera particular asociado con el riesgo que deriva de la presencia de humo en el túnel y en la



estación. Sobre este tema, véase los puntos 15.1.8, 15.1.12 y 15.2.4 relacionados con las instalaciones de las estaciones y en el túnel.

Deben tomarse las siguientes medidas:

- el material rodante debe estar realizado con materiales que cumplan con las normas vigentes aplicables a los vehículos de tipo metropolitano (véase el apartado específico sección 11);
- Los materiales de construcción del tren deberán cumplir con las especificaciones de resistencia al fuego, baja emisión de humos y compuestos tóxicos, así como garantizar la integridad de la estructura bajo condiciones de fuego, según las norma internacionales EN/TS 45545 y NF 16-101 o equivalentes, para salvaguardar la seguridad del personal de operación y de los pasajeros durante el desalojo de los coches.
- Todos los materiales de construcción, muebles, cables y de montajes electromecánicos no emitirán humos tóxicos y nocivos; las instalaciones para la gestión automatizada de la circulación y gestión centralizada de la línea se realizarán teniendo en cuenta los problemas de gestión específicos, frente a una situación de incendio;
- Las obras civiles de la línea deberán prever estructuras (pasillos laterales en galería, vías de evacuación, etc.) aptas a consentir un rápido alejamiento de los pasajeros; deberán además prever las modalidades de acceso y las medidas necesarias para la intervención de los Bomberos. Las dimensiones mínimas deben ser en acuerdo con lo requerido por las Normas NFPA 130-2010 y el RNE.

Deberá ser producida en las distintas fases de proyecto, y de manera progresiva con mayores niveles de análisis, un informe que describa la modalidad a adoptar para la gestión de esta problemática.

5.5.3 Evacuación de emergencia de los pasajeros

Con el fin de la puesta en operación del Sistema se deberán prever planes de evacuación intempestiva de las estaciones, de los túneles, de las áreas técnicas y de los trenes en relación con las diferentes niveles de emergencia.

La condición más crítica de un sistema de transporte automatizado con tramos en túneles probablemente la evacuación de emergencia de un tren, sobretodo si es efectuada en situación de incendio, urgente, a causa de la presencia de humo y posibles estados de pánico.

El Concesionario deberá producir en las distintas fases del proyecto, y de manera progresiva con mayores niveles de análisis, una evaluación del riesgo y describirla modalidad a adoptar para la gestión de esta problemática. En ese sentido, la evacuación de un tren detenido en una sección de túnel podrá realizarse adicionalmente por las puertas frontales del tren para lo cual el Concesionario deberá analizar el uso de soluciones de vías en placa que permitan el tránsito libre y seguro de las personas evacuadas.

5.6 Vías principales

La circulación de trenes se realizará por la vía de la derecha, según el sentido de marcha.

Las vías deben permitir el movimiento de los vehículos según las características plano-altimétricas y satisfacer las necesidades de la demanda de transporte, en cualquier condición de funcionamiento.



Las vías principales siempre deben proporcionar dos sentidos de marcha opuestos.

Por lo tanto teniendo de manera separada los sentidos de ida y vuelta, igualmente, deben preverse conexiones entre los dos, al menos en las terminales.

Además de los puntos de inversión de la dirección en las estaciones terminales, debe haber un número suficiente de conexiones en el resto de la línea a fin de permitir, en caso de necesidad, un funcionamiento parcializado.

Las vías de un sistema de metro deben ser accesibles solamente al personal autorizado.

El diseño de las vías también debe ser capaz de predecir los requisitos necesarios de seguridad, para el caso de tener la posible presencia de pasajeros en línea en caso de incidentes.

El funcionamiento de las vías debe integrarse y coordinarse con los demás subsistemas (de tracción eléctrica, señalización, control y regulación del tráfico, de telecontrol automático y remoto) así como con el material rodante, de manera que (además de los desgastes previstos) la operación de uno no dañe el otro.

El máximo rendimiento de los otros subsistemas no debe verse obstaculizado por las vías y por sus apoyos y protecciones.

Las eventuales ampliaciones al sistema deben realizarse sin modificar las vías ni sus soportes y protecciones.

Las vías deben permitir todos los modos de funcionamiento incluidos todos los procedimientos de emergencia.

El plan de mantenimiento ordinario de las vías debe ser tal que no interfiera con el rendimiento global requerido por el sistema.

Las vías deben incluir los siguientes elementos funcionales:

- La vía férrea
- los andenes de emergencia (laterales en el caso de túnel con doble sentido de marcha), que deben contar con baranda de seguridad;
- los espacios necesarios para las cañerías/canalizaciones, las instalaciones y todos los equipos (de tracción, señalización, etc.) que se decidan utilizar.

Las vías por lo tanto deben tener las dimensiones que permitan el ejercicio, la ejecución de las maniobras de emergencia, el mantenimiento y limpieza de acuerdo con lo que es indicado en este documento.

El sistema vehículo/vía deberá respetar las especificaciones de la UIC 505.

La geometría de las vías en términos de pendiente longitudinal, radios de curvatura mínimos y conexiones horizontales y verticales debe ser tal que garantice en todas las condiciones operativas los niveles de confort requeridos y el rendimiento en operación y de los vehículos.

En las vías no se deberá verificar estancamiento de aguas. No debe filtrarse ningún tipo de sustancia líquida a través de las vías, ni se verificarán goteos de líquidos en la zona interna de las vías, las cuales serán debidamente impermeabilizadas.

Será de todos modos prevista una canaleta para el transporte de eventuales infiltraciones de agua o aguas derivadas del funcionamiento de otras instalaciones (por Ej. antiincendios), llevándolo a pozos de bombeo del agua en línea y/o en estación.

Deberá describirse el sistema de vía férrea propuesta, definiendo en forma particular todos los vínculos de los rieles con los elementos de soporte.



También se identificarán los elementos anti-vibratorios usados, cambia vías, y las instalaciones tipológicas.

En todas las etapas del proyecto se deben diseñar parachoques con requisitos de AREMA y NFPA 130.



6 SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

6.1 Características tecnológicas

El sistema de automatización comprenderá los siguientes subsistemas:

- El subsistema "**línea**", que garantiza el bloqueo automático, la distancia entre trenes y la protección de los puntos críticos de la línea.
- El subsistema "**tren**", diseñado para realizar automáticamente algunas operaciones habitualmente a cargo del conductor, como el ajuste de la velocidad durante la aceleración y el frenado, la detención del vehículo con precisión en el andén, la apertura automática de las puertas, el descenso en la última parada, y otros más.
- El subsistema "**Operación**" diseñado para proporcionar funciones auxiliares para el control de la circulación, el respeto del horario, y el recupero de la energía en frenado.

En el caso del sistema automatizado, los trenes deben ser proyectados con criterios específicos, para permitir:

- detención de precisión, confiable y con tolerancia limitada;
- acoplamiento automático en línea entre trenes diferentes para permitir la recuperación de trenes dañados a través de un segundo tren en funcionamiento;
- alta confiabilidad y disponibilidad de componentes y procedimientos de control, verificación y mantenimiento a fin de garantizar un alto nivel de disponibilidad del sistema;
- gestión automática o remota de las principales situaciones de falla.

6.2 Rendimiento del sistema

6.2.1 Localización de los trenes

La presencia de los trenes debe ser detectada a lo largo de la línea, con técnicas seguras fail-safe (a prueba de fallas).

El sistema debe permitir particular:

- la detección de manera segura de la posición de todos los trenes;
- el control del sentido de marcha de los trenes;
- el control de la velocidad de los trenes;
- el control de las condiciones que impiden la colisión entre trenes sucesivos y/o con rutas en conflicto.

6.2.2 Protección de la marcha

La marcha de los trenes debe ser protegida por el subsistema "**línea**", que garantiza en todo momento que la velocidad de cada tren sea compatible con su posición respecto a otros trenes y equipos de línea.

Además, el subsistema "**línea**" realiza la función de protección de las rutas en las estaciones.

6.2.3 Abertura y cierre de las puertas

En todas las paradas, el subsistema "**tren**" controla de manera segura:



- el lado correcto de apertura de la puerta;
- coincidencia entre las puertas del vehículo y las de andén con precisión en la detención del vehículo (parada al objetivo);
- el correcto funcionamiento de los dos conjuntos de puertas, en particular el cierre;
- el cierre y la ausencia de alarmas de bloqueo y la intrusión en ambos conjuntos de puertas, en la fase de partida del tren.

6.2.4 Conducción automatizada

El subsistema "tren" efectúa de manera automática todas las operaciones normalmente encomendadas, en un sistema tradicional, al conductor:

- regulación de la velocidad en aceleración;
- regulación en la fase de frenado;
- control de la fase de acercamiento al andén (coasting) ;
- regulación de la detención de precisión en los estacionamientos;
- apertura/cierre de las puertas en las estaciones;
- descenso en las estaciones terminales.

6.2.5 Conducción manual

El sistema debe consentir además la conducción en forma manual, por personal especialmente entrenado.

A tal fin es previsto que en los trenes, en ambos extremos, este presente un puesto de conducción manual, normalmente encerrado y no accesible al público.

La conducción manual podrá realizarse en forma visible, y por consiguiente con una velocidad limitada de 25 km/h, o mediante el uso de señales auxiliares de tipo ferroviario, ubicadas a lo largo de la trayectoria.

6.2.6 Puertas de andén

En las estaciones, los andenes donde se detienen los trenes deberán estar separados de las vías por una barrera constituida por puertas automáticas de andén.

Las puertas de andén tienen un funcionamiento completamente automático, de manera simultánea con las puertas del tren, cuando los trenes se detienen.

El propósito de las puertas de andén es:

1. Evitar la caída de personas en la vía;
2. Prevenir el acceso a la infraestructura ferroviaria;
3. Eliminar o reducir la velocidad del aire en la estación, debido a el efecto pistón;
4. Eliminar la necesidad de los pozos para reducir el efecto pistón en la estación;
5. Eliminar o reducir la dispersión en la estación, del polvo levantado por el paso de aire de los trenes;
6. Eliminar o reducir el ruido causado por el paso de los trenes en la estación;



7. Mejorar el control de la ventilación;
8. Mejorar el control del microclima;
9. Reducir el costo de los sistemas de aire acondicionado;
10. Evitar el vertido de residuos en la infraestructura ferroviaria;
11. Aumentar la velocidad de los trenes en la estación;
12. Mejorar el control de humo en caso de incendio;
13. Evitar el contacto de la gente en el andén con los trenes en movimiento;
14. Aumentar el espacio útil del andén, como resultado de la eliminación de la banda de seguridad junto al borde del andén.

El sistema de puertas de andén está conectado al de las puert del coche y a los sistemas ATC, ATO, ATP y al sistema de señalización.

La conexión entre las puertas de andén y las puertas del coche está diseñada para sincronizar la maniobra y evitar que una sea abierta cuando la puerta correspondiente está defectuosa.

La conexión entre las puertas de andén y el sistema ATO está diseñada para asegurar que las operaciones arriba y abajo del tren sólo sean posibles con el tren parado en la posición correcta.

La conexión entre las puertas de andén y la señalización está diseñada para detener la circulación de los trenes en caso de eventos que ponen en riesgo la seguridad de las personas o del tráfico ferroviario.

6.2.7 Gestión centralizada de la circulación

Todas las funciones de control de la circulación son efectuadas desde el Puesto Central mediante el sistema "Explotación", que realiza, en manera indicativa, las siguientes funciones:

- Gestión de las rutas en las estaciones;
- Gestión del horario de circulación; control de los instantes de salida desde las estaciones, del tiempo de detención e indicaciones del ATO para el ajuste de la marcha de cada tren seleccionado del diagrama de marcha disminuyendo la velocidad o acelerando en función de las desviaciones que se obtengan respecto al horario teórico;
- Gestión en función de modificaciones a realizarse en el subsistema ATP, en tramos provisorios de disminución de la marcha en línea (por ejemplo en correspondencia de trabajos que se estén realizando en las vías);
- Train Describer (representación gráfica a los operadores de la posición de los trenes y del estado de las señalización de línea);
- Traingraph (representación gráfica de los diagramas de marcha de los trenes);
- Mando a distancia automático y manual de la señalización de línea (cambiavías, señales, etc.) y de los equipos a bordo;
- Gestión de diagnóstico de los subsistemas de automatización;
- Registración cronológica de los eventos.



6.2.8 Gestión de los accesos y salidas de los patios

El Patio será gestionado en forma automática respecto al ingreso y salida de vehículos de la línea al estacionamiento o viceversa.

El paso de los trenes al taller, o a otras áreas destinadas a operaciones de tipo manual, será controlado y gestionado de manera automática a través del Puesto Central, con zonas y procedimientos específicos de transición de automático a manual y viceversa.

6.2.9 Sistemas para la seguridad de los usuarios durante el servicio

Desde el PCS se debe poder efectuar el control para asegurar la seguridad de los usuarios, mediante el uso de los siguientes sistemas:

- Iluminación de emergencia en túnel;
- dispositivos que señalan al Puesto Central fallas e incendios a bordo;
- dispositivos que señalan al Puesto Central la situación de incendio en galería;
- mando remoto, desde el Puesto Central, de la ventilación en el túnel y en las estaciones;
- dispositivos de corte de la corriente de emergencia en la galería;
- dispositivos de corte de la corriente desde el Puesto Central;
- megafonía a bordo del tren (desde el Puesto Central);
- dispositivos de intercomunicación SOS a bordo del tren (para comunicarse con el Puesto Central);
- sistema de megafonía en el túnel (del Puesto Central);
- teléfono de emergencia en el túnel (sea para los pasajeros, para el personal de servicio, o para los equipos de emergencias como los bomberos);
- radiotelefonía en el túnel (para el personal de servicio y para bomberos);
- CCTV a bordo del tren reportando las imágenes al Puesto Central;
- CCTV en la galería, con transmisión de las imágenes al Puesto Central para la evaluación directa de situaciones de riesgo emergencia.

En el reglamento de operación, deben determinarse procedimientos específicos a aplicarse en las varias situaciones de emergencia hipotéticas.

6.2.10 Gestión de la recuperación de energía

Deberán ser adoptadas acciones de coordinación sobre la circulación de trenes, de manera que sea simultáneo el frenado de un tren en llegada con el arranque de otro tren eléctricamente cercano, cuantificando los ahorros.

El valor promedio, en porcentaje, de reducción de los gastos energéticos esperados no deberá ser inferior al 10%, respecto al escenario con el sistema de ahorro energético en no funcionamiento.

6.3 Mando centralizado, control y supervisión

Los sistemas de Mando centralizado y Supervisión permiten el control centralizado de la línea, para la gestión se prevé:

- Un sistema de mando y control del tráfico (DCT) , en relación con la circulación de los trenes, está estrechamente vinculada a las funciones y la arquitectura del sistema de Señalización / automatización, especialmente del tipo más moderno de sistemas estático (a microprocesador), a todos los efectos se considera esa instalación;



- Un sistema de mando y control de electrificación (DCE Data Communications Equipment) en las instalaciones de las Subestaciones de energía eléctrica (SER), a las instalaciones de suministro de las estaciones, del depósito y los túneles y al sistema de electrificación de la línea. Los Sistemas de Supervisión de las Líneas podrán inicialmente ubicarse en un mismo PCS.;
- Un sistema de supervisión de las estaciones, que permite el control centralizado de todas las demás instalaciones de las estaciones, de la línea y del depósito, con la excepción de los sistemas DCT y DCE.



7 TELECOMUNICACIÓN

7.1 Video vigilancia

El sistema de video vigilancia CCTV, tiene como objetivo el control de las estaciones y otros lugares, que se llevará a cabo a través de una red de cámaras instaladas en todas las áreas con presencia de pasajeros y personal de mantenimiento (andenes, vestíbulos, corredores y pozos equipados con escaleras fijas y móviles, zonas de desembarque y las cabinas de los ascensores, los accesos y en general los puntos particulares de la estación). La red se ampliará también a la vigilancia del túnel de línea, oportunidad que permitirá la observación directa del riesgo y la mejor evaluación de las intervenciones como consecuencia de accidentes o emergencias de incendio.

El sistema CCTV estará integrado por una red de puntos de rescate a disposición de los vigilantes, basada en interfonos y video-interfonos distribuidos en los andenes, en los pisos intermedios, a lo largo de los túneles de conexión, al interior de las cabinas de los ascensores y zonas de filtro. A través de la red, los usuarios pueden hablar con manos libres con los operadores destinados para garantizar la seguridad, para solicitar auxilio y señalar situaciones de peligro o emergencia.

A la Central de Control, que en relación con la organización que se supone estará estructurada en un puesto principal y uno adicional localizado en una posición diferente respecto al primero, serán también transferidos los flujos de video adquiridos a bordo de los trenes, por canal a través del sistema de radio.

La eficacia de las acciones de intervención sobre la seguridad de los viajeros y la infraestructura, se verá reforzada a través de la participación directa de los organismos dispuestos institucionalmente para salvaguardar la seguridad (Policía del estado, Bomberos), que contarán con los instrumentos de alarma y activación rápida consecuentes con la señal enviada automáticamente por el sistema de monitoreo del flujo de video capturado directamente por los operadores de la Central de Control.

7.2 Difusión sonora

El sistema de difusión sonora está diseñado para sonorizar las estaciones, los túneles y las áreas de almacenamiento, para habilitar la difusión de anuncios, de voz o grabados por parte de los operadores del puesto central, para la notificación de los viajeros y la búsqueda del personal desplazado de sus sitios.

Se proporcionan mensajes grabados, también en varios idiomas, que puede ser difundido por un comando explícito del operador, o a través de un mando automático proveniente del sistema de supervisión en función de eventos controlados por otras instalaciones de la estación, tales como por ejemplo, una alarma de sistema de detección de incendio, el destino del tren que llega, etc.

En las estaciones, la zona sonorizada son todas aquellas áreas de acceso público (andenes, entresijos, vestíbulos, escaleras, ascensores, pasillos, etc) y serán también sonorizados los túneles y todas las zonas (locales técnicos o anexos, pasillos, sótanos y pasajes prohibidos al público, etc.) donde pueden estar presentes, aunque de vez en cuando, el personal de operación y mantenimiento.

El sistema de difusión sonora tiene también la función de permitir la escucha, por medio de micrófonos especiales, el ruido ambiente en los andenes y en las áreas principales (entresijos,



vestibulos, etc.) De la estación, la señal de audio obtenido de este modo se hará disponible en el puesto de central.

Los operadores de la Central de Control tendrán también la oportunidad de hacer anuncios a bordo de los trenes.

7.3 Red de sincronización horaria

Las instalaciones de sincronización horaria serán constituidas por un sistema electrónico-informático para la regulación de todos los relojes y ofrecer a todos los equipos de estación que necesiten la hora exacta (sistemas de control remoto y de supervisión, sistema de registro cronológico de los acontecimientos de las instalaciones de señalización de línea y depósito, otros) la señal de sincronización.

7.4 Sistemas telefónicos

Los sistemas telefónicos de la Línea están funcionalmente organizados en distintas secciones:

- red telefónica general;
- red telefónica de emergencia;
- red de radio para las comunicaciones tierra-metro y dispositivos móviles, a disposición del personal;
- sistema de comunicación teléfono, audio y video a disposición del público.

La red telefónica general conecta todos los diferentes usuarios situados en las estaciones, en las salas operativas, SER, productos de línea y del depósito, también se encuentra interconectada con la red empresarial y con la red pública nacional.

La instalación telefónica de emergencia en el túnel tiene el propósito de poner en comunicación a través de teléfonos instalados a lo largo de las galerías y obras de línea, al personal de servicio y mantenimiento con el Puesto Central de Supervisión.

7.5 Radio tierra-metro

El sistema debe permitir la comunicación entre los trenes y el Puesto Central.

El sistema utilizará un medio físico adecuado para túneles y estaciones y para las otras infraestructuras de línea.

Su servicio se extenderá también a la zona del depósito.

7.6 Sistema de transmisión

El sistema de transmisión lleva toda la información entre la periferia y el Puesto Central. Las informaciones transmitidas pueden ser datos de tráfico relativos a los sistemas de automatización, supervisión y seguridad, o sea de los servicios de comunicaciones, y los vídeo tomados desde las estaciones, desde sitios de monitoreo en el túnel y los trenes en servicio a lo largo de la línea.

El sistema consta de varios nodos, en una configuración de anillo.

En funcionamiento normal, el flujo de información viaja por directrices definidas como principales. En caso de falla de una de las conexiones, el flujo de la información viene cambiado automáticamente a la directriz de conexión de repuesto (cierre lateral del anillo).



7.7 Cables de fibra óptica

El cable de fibra óptica debe constituir el medio físico para los sistemas de transmisión de todas las instalaciones centralizadas: Telecomunicaciones, Supervisión, Control y Automatización remota (centralización de la información).

7.8 Sistemas de paneles de informaciones para los usuarios (SPI)

El SPI será responsable de la gestión y visualización de las informaciones en los paneles de indicación a los pasajeros. Estas informaciones deberán ser automáticas (mandadas por el TMS) y mandadas de manera manual por los operadores (ODES y operadores PCS).

Las informaciones en los paneles de indicación serán de dos tipos: mensajes de operación, (destino del tren en llegada y el respectivo tiempo de espera) y mensajes de emergencia (evacuación de la estación).

El subsistema SPI podrá estar acompañado por un sistema de multimedia broadcasting que aprovisionará a los pasajeros el audio/video de alta calidad (ejemplo: clips que contienen anuncios, noticias, previsión del tiempo, varias informaciones, etc.) con el fin de aumentar el confort y el atractivo del tiempo pasado dentro de las estructuras del sistema de transporte.



8 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y TRACCIÓN ELÉCTRICA

El sistema de alimentación debe comprender todas las instalaciones y equipos eléctricos responsables de la distribución de la energía a partir de la red pública existente de Alta o Media Tensión.

Este sistema en síntesis consiste en:

- lugares de entrega, en correspondencia con la cual se realiza la conexión a la red de alta o media tensión pública y a la red de media tensión de la línea;
- red de media tensión para la distribución de energía a las subestaciones de alimentación de las estaciones, pozos de ventilación y a depósito-taller;
- sistema de tracción, para el suministro de energía a los trenes;
- sistema de alimentación de la estación, pozos de ventilación y de los patios-talleres;
- el sistema de alimentación se debe desarrollar para alcanzar un nivel de accesibilidad en modo de:
 - ✓ permanentemente garantizar la seguridad de los usuarios de la línea de metro;
 - ✓ responder de manera positiva a los posibles estados de fuera de servicio (debido a fallas, mantenimientos, eventos naturales, etc.) que durante la vida de la línea podrán ocurrir tanto a los diferentes equipos / dispositivos componentes, como a las partes externas a esta.

Todo el sistema estará diseñado para permitir un adecuado margen de sobrecarga para la correcta alimentación de los trenes con una circulación máxima, en hora punta; servicios auxiliares de estación, y galería así como las de los depósitos-talleres.

8.1.1 Dimensionamiento del sistema eléctrico para la tracción

La potencia total máxima del sistema de tracción a instalar debe ser funcional para el rendimiento máximo previsto para la línea; el sistema debe ser desarrollado y previsto considerando la recuperación de energía.

Sobre la base de la potencia máxima total de la línea que va a ser desarrollada por simulaciones eléctricas de operación se definirá el número y la ubicación de las SER, y de su potencia instalada. El dimensionamiento de las SER también debe tener en cuenta la conducción de operación de la línea, sin reducción en su régimen, también teniendo completamente fuera de servicio una SER.

Cada SER se encontrará equipada con 2 o más grupos transformadores/rectificadores de igual potencia.

8.1.2 Definición del sistema de alimentación

La potencia total requerida para la TE será distribuida en las SER, una de las cuales está dedicada a la alimentación del Patio-taller.

La alimentación de los servicios de estación, pozos de ventilación y de línea será derivada por medio de una toma de corriente interna al sistema 20kV tramite transformadores MT/bt.

Se prevé realizar un sistema de suministro de energía interno al sistema MT a 20kV, a través de una red troncal redundante a anillo abierto que interconecta todas las SER (Incluyendo el



SER de depósito-taller) y una sola dorsal a anillo abierto las cabinas MT / BT de las estaciones y de los pozos de ventilación.

Este tipo de alimentación preverá más aducciones de energía a la línea.

Las fuentes de alimentación serán de redes diferentes.

En el caso de que una línea de alimentación se encuentre fuera de servicio deberá ser prevista la reconfiguración del sistema de alimentación, alimentando todos los servicios a través de otra.

La elección del sistema de alimentación debe tener en cuenta los requisitos de fiabilidad y de seguridad en operación.

8.1.3 Sistema de tracción al interior del patio

En los talleres, cada vía podrá ser aislada, en cuyo caso el aislamiento de los rieles cumplirá con los procedimientos de aislamiento de energía de tracción y estará en conformidad con la legislación vigente.

Los operarios de mantenimiento autorizados podrán cortar la alimentación a las distintas vías de los talleres aplicando un procedimiento de seguridad conforme a las reglas y normativa del trabajo vigentes.

Estos procedimientos incluirán elevadores y máquinas que requieren protecciones específicas (torno en foso).

Un sistema de bloqueo y de servomecanismo de los equipamientos (pasarelas, máquinas) garantizará la seguridad del personal.

El armario de control de puesta fuera de tensión de una línea estará ubicado cerca del ingreso al puesto de trabajo para así limitar la circulación de los operarios.

La puesta en tensión o fuera de tensión de la energía tracción se indicará tanto al exterior como al interior de los edificios de manera que cualquier conductor u operario de mantenimiento conozca el estado de alimentación de las catenarias.

Las diferentes zonas de intervención contarán con dispositivos de corte eléctrico de emergencia.

En las vías de talleres no electrificadas, los trenes serán desplazados por medio de un vehículo de tracción autónomo

8.2 Subestaciones rectificadoras (SER)

En la subestación se instalarán grupos de rectificadores de silicio con las siguientes características principales:

- tensión primaria de alimentación: 20KV
- frecuencia: 60Hz
- tensión rectificada, en función del sistema

La corriente continua será proporcionada a la línea de contacto mediante interruptores extrarrápidos, cada uno dotado de una serie de equipos diseñados para lograr el control del estado de aislamiento de la línea (circuitos con prueba a tierra).

La energía auxiliar en corriente alterna de bajo voltaje (400/230V) será proporcionada normalmente por un transformador de potencia adecuada, alimentado por MT 20kV de la SER y adecuadamente protegido del lado de MT.



Se debe garantizar el suministro de energía a las instalaciones en BT en cualquier situación, será previsto un sistema de alimentación de emergencia de características adecuadas y oportuna autonomía con referencia en la NFPA 70.

8.2.1 Mando y control de las subestaciones

Cada SER se puede controlar de forma local o de forma remota desde un Puesto Central, para este fin se monta en la subestación, en un tablero especial, un conmutador para la elección del servicio y con las dos posiciones "control local" y "remoto".

Por lo tanto, cada subestación estará equipada con todas las automatizaciones necesarias para la aplicación del control remoto, la señalización remota y telemetría.

8.2.2 Tablero de media tensión para tensiones de 20kV

El tablero protegido de MT de distribución con elementos estándar, para la instalación al interno, tendrá las siguientes características principales:

Tensión nominal: 20kV

Tensión máxima: 24kV

8.2.3 Grupo rectificador

Cada grupo rectorificador estará formado por:

- Transformador trifásico de resina, adecuado para la alimentación de un conjunto rectorificador de silicio, tal como se describe en lo sucesivo
- Conjunto rectorificador con refrigeración natural.

El dimensionamiento de estos componentes debe tener en cuenta las sobrecargas admisibles:

- 50 % durante 2 Horas
- 100 % durante un minuto.

8.2.4 Sección de servicios auxiliares

- Transformadores trifásicos para servicios auxiliares, aislamiento en resina con refrigeración natural por aire.
- Panel de distribución con compartimientos para alimentar los servicios auxiliares.
- Panel de distribución con compartimientos para los servicios auxiliares

8.2.5 Cuadro sinóptico de control

En el panel se montan y se conectan los dispositivos de medición y control, por ejemplo los manipuladores de control, las alarmas para todos los equipos, para los cuales se preverán accesorios en los sitios de la subestación, así como los comandos, señales y lo que sea necesario.



8.3 Instalaciones de la SER

8.3.1 Sistema de iluminación y energía de baja tensión

Estará compuesto de lámparas fluorescentes para una iluminación perfecta y luces de emergencia alimentados por el grupo de energía continua y dotado de baterías / inversores con autonomía de 1h y equipo de diagnóstico.

Se completará el sistema con una serie de grupos de tomas de corriente con enclavamiento que cumplen con las normas y localizados en cada local del SER.

8.3.2 Sistema de ventilación

La SER estará equipada con un sistema de ventilación/aire acondicionado apropiado para mantener al interno una temperatura compatible con el buen funcionamiento de los equipos eléctricos. Un aumento anormal de la temperatura ambiente será notificado de manera inmediata al Puesto Central.



9 SISTEMA DE PUERTAS DE ANDÉN

El propósito de las puertas de andén es:

1. Evitar la caída de personas en la vía;
2. Prevenir el acceso a la infraestructura ferroviaria;
3. Eliminar o reducir la velocidad del aire en la estación, debido al efecto pistón;
4. Eliminar la necesidad de los pozos para reducir el efecto pistón en la estación;
5. Eliminar o reducir la dispersión en la estación, del polvo levantado por el paso de aire de los trenes;
6. Eliminar o reducir el ruido causado por el paso de los trenes en la estación;
7. Mejorar el control de la ventilación;
8. Mejorar el control del microclima;
9. Reducir el costo de los sistemas de aire acondicionado;
10. Evitar el vertido de residuos en la infraestructura ferroviaria;
11. Aumentar la velocidad de los trenes en la estación;
12. Mejorar el control de humo en caso de incendio;
13. Evitar el contacto de la gente en el andén con los trenes en movimiento;
14. Aumentar el espacio útil del andén, como resultado de la eliminación de la banda de seguridad junto al borde del andén.

El sistema de puertas de andén será diseñado, ejecutado, controlado y aceptado de acuerdo a las últimas versiones de estándares nacionales, requisitos internacionales, códigos de práctica, directrices y similares.

El sistema de puertas de andén es un componente esencial del rendimiento general del metro y de la interacción con los usuarios. Por lo tanto, el sistema debe ser diseñado de manera que se garantice niveles óptimos de disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad.

9.1 Funcionalidades del sistema

El sistema está compuesto por las mamparas y las puertas, por la unidad de control local, por el panel de la estación, por las interfaces con el ATC y el ATO y el sistema de supervisión, por el sistema de suministro de la energía normal e ininterrumpida.

En condiciones normales y cuando el tren no está en la estación, las puertas de andén están cerradas y bloqueadas y el sistema indica el estatus seguro de puertas cerradas.

Las puertas de la línea 2 del Metro de Lima y del Ramal Av. Faucett-Gambetta serán a altura completa.

En cada uno de los extremos de los andenes se encuentran las puertas de fin andén (PED), ellas deberán tener un dispositivo de bloqueo, una luz de advertencia y alarma controlada y se activa en el caso de la apertura de una PED. Las PED se liberan manualmente desde el lado de la vía con una posibilidad de utilizar una tecla especial para la apertura del lado del andén.



9.2 Modos de funcionamiento

Cuando un tren llega o sale se tienen las siguientes secuencias

9.2.1 Secuencia de inicio (llegada del tren)

Cuando un tren se detiene, el ATC proporciona un DOA (autorización de apertura de puerta) y ordena la apertura de las puertas.

- La unidad de control PSD abre las puertas;
- El estatus seguro "puertas cerradas" desaparece.
- Entonces, después del retraso de manipulación (aproximadamente 2,5 s) el estatus de "puertas abiertas" aparece.

9.2.2 Secuencia final (salida del tren)

- El ATC dispara el orden de cerrar las puertas e inhibe la DOA
- La unidad de control del sistema PSD cierra las puertas y el estatus de "puertas abiertas" desaparece.
- Entonces, después de la demora de la manipulación (aproximadamente 3,05 s), el estatus seguro "puertas cerradas" se enciende.

9.2.3 Modos manuales degradados

El panel local de la estación (SLP) permite la operación del sistema en caso de:

- pérdida de la condición de bloqueo de puerta;
- falta de autorización de apertura de puertas;
- fines de mantenimiento.

Un selector permite que el personal operador pueda elegir entre 3 modos:

- AUTO: modo automático. El PSD se encuentra bajo control de la unidad de control, cualquiera que sea el modo de conducción de los trenes.
- CERRAR: el estado de la puerta se encuentra bajo la responsabilidad del personal. Esto permite que un tren llegue o salga, en caso de pérdida de la condición de bloqueo de puerta.
- ABRIR: el personal operador puede abrir las puertas en caso de falta de autorización de apertura de puerta.

9.3 Los requisitos de desempeño

El subsistema PSD presenta algunos retrasos en la secuencia de los pasajeros que tienen un impacto sobre los resultados globales del sistema y especialmente en el tiempo de permanencia. Este impacto se llama "contribución PSD" y debe ser revisado dentro de los siguientes límites:

- llegada 200 ms a 300 ms



- salida 200 ms a 300 ms
- modos degradados 350 ms a 500 ms

9.4 Funciones

Las puertas de andén están equipadas con 5 funciones:

- conducir y controlar las puertas;
- anuncio de la autorización de acceso a la vía;
- controlar el aislamiento de las puertas de andén
- controlar que el gabinete de control de plataforma esté bien cerrado;
- permitir la operación de mantenimiento de las puertas de andén.

9.5 Seguridad

Cada puerta está equipada con una señal acústica y una luz, advirtiendo a los pasajeros de un inminente cierre de la puerta o al personal de mantenimiento de una apertura inesperada de la puerta.

Los bordes de las puertas, deberán tener bordes de caucho sintético de un diseño especial, para asegurar que las hojas de la puerta no se puedan cerrar y bloquear cuando una obstrucción detectada sea pequeña.

Si una puerta se cierra contra un obstáculo, la fuerza de cierre se libera automáticamente.

Una vez bloqueadas, las puertas son de autobloqueo y un interruptor de enclavamiento permite al tren salir en condiciones de seguridad.

Las puertas se pueden abrir desde el lado de la plataforma por personal autorizado mediante el uso de una clave de servicio. Para la máxima seguridad en caso de modo degradado, las puertas también pueden ser abiertas desde el lado de la vía por los pasajeros que utilizan un pestillo específico.

9.6 Bloqueo

Al cierre, la puerta está bloqueada mecánicamente. La cerradura de control está diseñada para ser desenganchada antes de que el motor de la puerta ejerza sus esfuerzos de apertura. Esto es para evitar fricción, mayor esfuerzo o estrés contrafuertes en las hojas.

Las puertas no se pueden abrir manualmente desde el lado del andén, excepto por el personal de mantenimiento mediante una clave.

El bloqueo del mecanismo está diseñado siguiendo las condiciones de seguridad:

- No aparece la indicación de "puerta cerrada" cuando una puerta no está marcada como "bloqueado"
- No hay ningún bloqueo en un obstáculo plano con un espesor mayor o iguala 6 mm
- El bloqueo es efectivo incluso si el suministro de energía se pierde



9.7 Detección de obstrucción

El equipo de detección de obstrucción opera en caso que se detecte un obstáculo durante el ciclo de cierre de puertas.

La sensibilidad del equipo de detección de obstrucción le permite detectar una barra de acero de 6x40 mm de tamaño mínimo, también se pueden diseñar para otros criterios.

Este equipo está activo, siempre que las hojas se activen. Está diseñado tanto para mejorar la seguridad del pasajero y mantener el efecto disuasorio.

El choque máximo es de alrededor de 150 N aplicado a un pasajero al obstruir el cierre de la puerta.

En cada caso, el valor de la energía cinética se limita a 10 J / puerta y 1 J / puerta para la parte final de 100 mm de recorrido de la puerta.

9.8 Modo manual

El impedimento de las puertas para abrir o cerrar se detecta en el Centro de control.

En el modo de operación de respaldo, el panel de control local permite la maniobra local de las puertas de la plataforma por un operador autorizado, y autorización local de un tren a partir de que las puertas de andén indiquen "no bloqueada".

Si una puerta de un conjunto MSD no se abre, los pasajeros la pueden abrir manualmente. La hoja de la mano derecha de cada conjunto de puerta (de vista de la vía) está equipada con un pestillo que abre la puerta mecánicamente. Es entonces posible forzar a las hojas de la puerta para abrir manualmente.

Cada conjunto de puertas se puede abrir desde el lado del andén por el personal de mantenimiento, utilizando una clave de servicio que puede desbloquear el conjunto de puerta.

Después de usar el pestillo o la clave de servicio para desbloquear la puerta, el cierre es automático, excepto si el uso del modo manual fue causado por un fallo del sistema de control de la puerta.

9.9 Estructuras

Si la altura entre la plataforma y la estación civil de la estructura superior supera la altura de las de las cabeceras de las mamparas, será instalada una estructura superior para cubrir la brecha restante.

Las columnas de soporte y alojamiento de equipos están diseñados para adaptarse a las exigencias arquitectónicas.

Cualquier cableado eléctrico estará claramente identificado y se alojará en el tratamiento específico de arquitectura que facilita el acceso y el aspecto estético.

Una placa resistente al fuego será suministrada e instalada en el lado de la vía y a lo largo de todo el lado superior de las puertas de andén.

Las guías de las puertas están diseñadas para prevenir la acumulación de basura en ellas y están diseñadas para ofrecer comodidad para la limpieza.

El umbral se compone de secciones extruidas que recorren la longitud completa de la plataforma. Ellos proporcionan un antideslizamiento duradero.



9.10 Performances

9.10.1 Tiempo de maniobra

Los tiempos de maniobra son ajustables.

Los tiempos de apertura y cierre se pueden ajustar de forma independiente puerta por puerta.

El vehículo y las puertas de andén tienen idénticos tiempos de apertura-cierre, la misma velocidad reducida al final del ciclo de cierre y la misma filosofía de detección de obstáculos.

La apertura y cierre de las puertas se fija por cada puerta.

La apertura se amortigua al final de la carrera por un dispositivo integrado en la parte eléctrica de cada puerta.

El tiempo de apertura es de entre 2,5 y 3 segundos desde la señal de control de apertura hasta que la señal está mandada por el contacto de "puerta abierta" de cada puerta.

El tiempo de cierre es de entre 3 y 3,5 segundos desde el inicio de la señal de control hasta que se envíe la señal por la activación de "bloqueo" para cada puerta.

Los tiempos de funcionamiento (apertura -cierre) son ajustables de forma independiente para cada puerta, para lograr la mejor sincronización de movimiento de la puerta.

El cierre se produce en dos pasos, el primer paso a alta velocidad y la segunda etapa a una velocidad inferior, una vez que los bordes de la puerta tienen 20-25 cm de separación.

Después de una apertura manual, desde el andén o desde el lado del vehículo, el cierre tiene lugar automáticamente.

9.10.2 Resistencia mecánica

El PSD debe resistir a una presión máxima de 700 Pa dinámico correspondiente a la presión de aire de un tren.

El PSD debe resistir un empuje de una multitud, que sea aplicada a 1 m del suelo de la plataforma con:

- 500 N por metro lineal sin deterioro
- 1500 N por metro lineal sin deformación o rotura que puede poner en peligro las personas.

9.10.3 Resistencia al Fuego

Los materiales seleccionados en el diseño de las puertas mamparas de andén no deben emitir humos tóxicos.

El PSD debe alcanzar un RE 30 por la elección de los materiales adecuados.

La mayor parte de las mamparas es de metal o de vidrio que son inherentemente resistentes al fuego y no tóxicos, respectivamente.

Se deben reducir al mínimo los Materiales no metálicos y los elegidos deben ser resistentes al fuego o auto extingible.



9.10.4 Disponibilidad

Disponibilidad real del sistema PSD:	99,70%
MTBF componentes críticos:	10 años.
MTTR, sin sustitución de componentes:	inferior a 20 min.
MTTR, con sustitución de componentes:	inferior a 60 min.

9.11 Datos principales

1. Apertura a determinar de acuerdo con las características del material rodante.
2. Altura a determinar de acuerdo con las características del material rodante.
3. Distancia entre dos conjuntos de puerta consecutivo a determinar de acuerdo con las características del material rodante.
4. Cargas de fatiga abrir /cerrar 1.000.000 ciclos
5. Presión debido al paso del tren 700 Pa
6. Carga de impacto de pasajeros 1500 N/m a 1 m del nivel de la plataforma
7. Detección de obstrucción: placa de 6 x40 mm, dimensión en dirección vertical 40 mm.
8. Fuerza de cierre 150 N Absolute max /135 N máximo por hoja de la puerta. Nivel de fuerza ajustable.
9. Nivel de ruido deseado 70 dB (A) Aceptación 73 dB(A). A1 m del borde de la plataforma
10. vida útil 30 años
11. Tiempo deseado de maniobra: Abertura 2,5s -3 s - Cierre 3 s - 3,5s.
12. Clase de vibración: 1 para el equipo con motorización menos de 15KW, por lo demás de la clase 2

9.12 Pruebas

Las pruebas de fábrica

- se mide el tiempo de apertura de la puerta (inicio de comandos "puertas abiertas" a la aparición del indicador de "puertas abiertas")
- se mide el tiempo de cierre de la puerta (inicio de comandos de "puerta cerrada" a la aparición del indicador de "puerta cerrada y bloqueada")
- se mide la fuerza de cierre de cada hoja de la puerta con la puerta casi abierta, aproximadamente medio abierta, y casi cerrado.

Al término de la prueba, la fuerza de cierre se restablece a 15 daN máximo.

- se hace un control que las puertas funcionen en buenas condiciones.
- Se coloca una almohadilla en el centro del panel de vidrio instalado, con el eje largo horizontal, en el borde del panel de vidrio. Aplicar cargas al vidrio a través de la almohadilla.



- se hace un control que el panel no se rompa.

9.13 Las pruebas del MSD después de la instalación

Se prueba la función de detección de obstáculos. Los ensayos se repiten en cada hoja de la puerta cerca de la parte superior, cerca del centro y cerca de la parte inferior de cada hoja. Cuando se detecta un obstáculo, las puertas de la plataforma deben:

- Detener el esfuerzo de cierre de modo que el obstáculo pueda ser liberado,
- Re-abrir la puerta de unos 15 cm de distancia durante un período de tiempo de 3 a 15 segundos,
- Aplicar el esfuerzo de cierre de nuevo en un nuevo intento para cerrar,
- Detener el esfuerzo de cierre si el obstáculo no ha desaparecido
- Cuando una barra de sección redonda se inserta entre las hojas, las puertas deben ser impedidas de cierre y operar como se describió anteriormente.

La hoja de la puerta de la derecha se abre por medio del pestillo de seguridad desbloqueando la hoja derecha (observada desde el lado del vehículo).

- La señal de seguridad: "puerta está cerrada y bloqueada" debe estar activado.
- La puerta debe volver a una posición cerrada después de un período de tiempo y la señal de seguridad "cerrada y bloqueada" debe activarse.
- se realiza un control para verificar que la puerta se puede abrir, desde el lado de la plataforma, usando las claves de personal de mantenimiento.
- se realiza un control para asegurar que la señal de seguridad "puerta no cerrada y bloqueada" se activa.
- Se hace una comprobación de que después de un período de tiempo, la puerta vuelve a una posición cerrada y la señal de seguridad "cerrada y bloqueada" se activa.

Cada puerta se abre manualmente desde el lado del andén.

Mientras que las puertas están abiertas, la energía se quita de ellas. Se realiza un control si la puerta vuelve a una posición cerrada después de un período de tiempo y la señal de seguridad "cerrada y bloqueada" se activa. Cada puerta se abre desde el lado del andén con la tecla del personal del mantenimiento. Mientras que las puertas están cerradas, la energía se quita de ellas.

Se realiza un control para comprobar que la puerta regresa a una posición cerrada y las señales de seguridad "posición cerrada" y "cerrada y bloqueada" se activan.

9.14 Las pruebas de todo el MSD en una plataforma al mismo tiempo

Se aplica el comando "abrir puertas" a las puertas.

- se lleva a cabo el control para asegurar que todas las puertas de la plataforma y sus puertas asociadas del vehículo, se abren casi al mismo tiempo, permanecen abiertas en el mismo período de tiempo y se cierran todas aproximadamente al mismo tiempo.



- se realiza un control para asegurar que no hay puertas abiertas cuando un tren rebasa la posición de detención nominal en más de la mitad de un ancho de la puerta.



10 SISTEMA DE CONTROL DE PASAJEROS

10.1 Generalidad

El sistema de control de pasajeros es el conjunto de equipos e instalaciones estructurado para satisfacer las siguientes necesidades básicas, que se presentan en las estaciones:

- a) Llevar a cabo el control tanto de la entrada como de la salida de usuarios.
- b) Comprobar, mediante los equipos adecuados, el pago que realiza el usuario por el derecho a utilizar el servicio de transporte.
- c) Ayudar en la venta de títulos de viaje.
- d) Prevenir el fraude y la evasión.
- e) Proporcionar datos útiles para la gestión.

Las características de un sistema de control de pasajeros para alcanzar estos objetivos son:

- La capacidad para grabar en el soporte del título de viaje, la información relativa a su validez, legible y modificable automáticamente;
- La difícil falsificación;
- La velocidad y la facilidad de compra y validación del título de viaje.

El sistema también debe poder ser utilizado por personas discapacitadas o con equipaje voluminoso.

El sistema de torniquetes deberá garantizar el pasaje mínimo de 30 pasajeros/minuto en ingreso y en salida.

El sistema debe permitir la impresión de los recibos a petición de los usuarios.

10.2 Compatibilización con el sistema de Recaudo del SIT

10.3 Características del Sistema

El sistema de control de pasajeros será diseñado, ejecutado, controlado y aceptado de acuerdo a las últimas versiones de estándares nacionales, requisitos internacionales, códigos de práctica, directrices y similares.

El sistema de control de los pasajeros es un componente esencial del rendimiento general del Metro y de la interacción con los usuarios. Por lo tanto, el sistema debe ser diseñado de manera que se garantice niveles óptimos de disponibilidad (y por tanto de fiabilidad, mantenibilidad y reparabilidad), reconfigurabilidad (tolerancia a fallos, modularidad, etc.), de resistencia al fraude y al vandalismo.

El sistema debe proporcionar las siguientes funciones:

- 1) Venta/Recarga de los títulos de viaje con las máquinas de autoservicio y con las máquinas atendidas.
- 2) Gestionar las diversas formas de pago (efectivo, monedas, billetes, tarjetas de crédito, tarjetas de débito, monederos electrónicos, tarjetas sin contacto, etc.).
- 3) Tratamiento de los títulos de viaje (lectura, validez, descarga del saldo, recodificación, etc.)
- 4) Control de los accesos y de las salidas.



- 5) Notificación de las irregularidades de uso.
- 6) Notificación de las irregularidades de funcionamiento de cada parte del sistema.
- 7) Recopilar datos estadísticos sobre el flujo de pasajeros.
- 8) Generar informes estadísticos diarios, semanales, mensuales, según lo determinado por METROLIMA.
- 9) Permitir el libre tránsito de los pasajeros en caso de emergencia.
- 10) Permitir el automático reinicio del servicio después del cese de falta de energía.
- 11) Hacer el diagnóstico de las diversas partes del sistema.
- 12) El sistema de control de pasos debe ser capaz de funcionar también sin conexión (off line).
- 13) La fuente de alimentación eléctrica del sistema debe ser de tipo UPS.

La lectura de los títulos de viaje debe hacerse sin contacto.

El sistema se deberá integrar y compatibilizar con el nuevo Sistema de Recaudo del SIT de Lima en desarrollo por PROTRANSPORTE.

10.4 Características de los equipos

Los dispositivos de control del flujo de los pasajeros deberán permitir el control de los documentos de viaje, tanto de entrada como de salida de la estación.

Los dispositivos de control del flujo de pasajeros deberán poder ser usados tanto en entrada como en salida.

El mecanismo de control del paso deberá ser con puertas móviles.

Los dispositivos para controlar el flujo de pasajeros deberán permitir el paso de al menos 30 pasajeros por minuto, tanto en entrada como en salida. Se debe garantizar el pasaje para equipaje voluminoso y personas con discapacidad (ciegos, invidentes)



11 MATERIAL RODANTE

11.1 Requisitos generales

El material rodante deberá tener las características tecnológicas más utilizadas recientemente en sistemas similares y al mismo tiempo adaptarse a los requisitos de funcionamiento del servicio de la línea en las diversas fases de construcción de la misma.

Además de las características de rendimiento y confort requeridas por la normativa vigente, se debe garantizar una alta fiabilidad general del "sistema tren" y de todos los equipos esenciales para obtener una operación regular en todas las condiciones previstas.

Igualmente deberá hacerse un diseño constructivo minucioso de cada componente individual para el mantenimiento, tanto en términos de costo y tiempos de intervención.

En la definición, proyecto y construcción del material rodante debe siempre tenerse en cuenta los siguientes objetivos principales, en concordancia con los objetivos de todo el sistema:

- solución adoptada es UTO GoA4
- accesibilidad al mayor número de personas, incluso con movilidad reducida;
- amplia información al público a través del aparato de interlocución inmediato;
- altos niveles de confort en términos de calidad de marcha, rumor, luminosidad, condiciones climáticas, etc.;
- alto nivel estético;
- bajo impacto sobre el medio ambiente;
- vida útil igual o superior a 35 años o 4.500.000 km, lo que ocurra primero

11.2 Dimensionamiento de los parámetros

El tamaño, las dimensiones y distancias a otros subsistemas deberán cumplir con todas las condiciones y tolerancias exigidas por la normativa vigente y las expresadas en el presente documento.

El Postor deberá producir toda la documentación y los diagramas que describen de una manera exhaustiva las características geométricas estáticas y dinámicas (gálibo) del material rodante.

11.3 Capacidad de tren tipo

El tren tipo debe ser dimensionado con referencia a los parámetros de capacidad indicada en el apartado 4.2.1.

El tren es de capacidad inicial de 6 coches y permite en el futuro (aproximadamente el año 2038) incrementar su longitud hasta 7 coches (máxima longitud de tren \approx 126 m y de andén=135 m) con capacidad CC2 de 1400 pasajeros con una densidad de confort de 6 pax/m².

El sétimo cochecarece de luna frontal, deberá estar inserta en cualquier punto del convoy (de preferencia al centro), entre los coches extremos, según la elección del constructor.



Para que el nuevo coche sea compatible con las puertas de andén, es necesario que todos los coches del tren (motrices y remolque) tengan la misma distancia entre pivotes y el mismo voladizo.

11.4 Masa y condiciones de carga

Los pesos deben ser expresados en Newton.

- C = estándar de ocupación (6 pasajeros/m²)
- CCO = peso a tara
- CCI = CCO + el peso de los pasajeros sentados
- CC1 = peso de la carga estándar de ocupación C
- CC2 = sobrecarga - (asientos ocupados y 8 pas./m² de pie)

Se considera un peso por pasajero de 785 N (70 kg).

La carga por eje máximo admisible será:

- 140kN con carga tipo CC1
- 160kN con carga tipo CC2

11.5 Circulación en curva y en flexo.

El material rodante deberá garantizar las siguientes características:

- Circulación en curva de radio mínimo 90m, incluidos las conexiones y las vías en taller.
- Circulación en curva y contracurva de radio mínimo 90m sin la interposición de un tramo en recto.

11.6 Accesibilidad

El número y disposición de las puertas laterales deben garantizar una accesibilidad óptima y tiempos reducidos de entrada/salida. En el cálculo de los tiempos de descenso y ascenso debe considerarse un flujo de pasaje de 1 pasajero por segundo a través de un paso de 0,6 m.

El material rodante debe ser de fácil acceso para personas con movilidad reducida y se debe garantizar una capacidad efectiva de ascenso/descenso para los usuarios en sillas de ruedas. Con este fin, la distancia entre los umbrales de las puertas de los coches y andén debe ser reducida y el piso del coche debe ser al mismo nivel del andén.

11.7 Seguridad para los pasajeros

En situaciones normales y de emergencia, los componentes y sistemas del tren no deben causar daños a los pasajeros del tren ni a los de andén por causas imputables al inadecuado diseño y/o construcción.

11.7.1 Comunicación convoyes/Puesto Central

Se colocará en cada coche un intercomunicador que permite la comunicación manos libres con full-duplex con el Puesto Central.



La comunicación será activada como resultado del accionamiento de la manija de la señal de alarma adyacente.

Un intercomunicador especial se colocará en la ubicación de la silla de ruedas desactivada a una altura adecuada.

11.7.2 Sistema de video vigilancia.

Se colocará en cada coche un sistema de CCTV conectado con el PCS.

11.8 Sistemas de información a bordo

Cada coche estará equipado con un sistema de Difusión Sonora y de Dispositivos de video información.

11.9 Diagnóstico y monitoreo

Deberán estar presentes sobre cada tren sistemas de registro de los estados de servicio de los frenos, alimentación y propulsión, ganchos, puertas, energía de emergencia, equipos de control, comunicación y telecomunicación. Todas las informaciones indicadas deben poder llegar a la Central de Control. Cada situación de avería o mal funcionamiento de los componentes y equipos debe ser transmitido automáticamente a la Central de Control. La falla de un solo componente del sistema de control no debe crear inseguridad global para el convoy.

Los sistemas de diagnóstico se ajustarán a las IEEC61375 (software) y EN50155 (hardware).

Parte de la información de gran importancia también debe registrarse en una "caja negra" a bordo.

11.10 Ruido y vibraciones

11.10.1 Ruido

Los trenes deberán ser concebidos para reducir las vibraciones y el ruido con el fin de minimizar su efecto sobre los usuarios y el entorno. Deberá permitir la disminución de los ruidos y las vibraciones generados por los órganos principales y auxiliares, tanto en el interior como en el exterior de los vehículos, es decir en las áreas de los andenes.

El montaje de los equipos que se ubican bajo bastidor y en el interior de la caja se realizará de tal forma que se limite el nivel de ruido perceptible tanto en el interior como en el exterior del vehículo. En caso necesario, se proveerá revestimientos para el aislamiento acústico, pantallas o suspensiones elásticas. Estos elementos se fabricarán en materiales ignífugos y, además, de conformidad con la norma NF 16-101.

El nivel de ruido admisible será medido con los equipos de ventilación y climatización apagados.

Tabla 5. Valores límites de ruido en función de la velocidad del tren.

Velocidad (km/h)	0	45	80
Interior	60 Dba	65Dba	70 Dba
Exterior	60 dBA	78 Dba	85 dBA



El nivel de ruido al interior del convoy, en su plena capacidad y con el sistema de climatización activo, debe respetar los límites indicados en la norma EN 14750.

El nivel de ruido al interior del convoy, durante la parada del mismo y durante toda la fase de apertura y cierre de las puertas, no debe ser superior a 68dB (A).

Las mediciones al interior se efectuarán según la norma ISO EN 3381/2011; aquellas al exterior según la norma ISO EN 3095/2005.

Asimismo, se deberá atenuar los ruidos de las diferentes paredes guarnecidas en la estructura de la caja para que las frecuencias resonantes estén desacopladas en cualquier punto del rango normal de funcionamiento.

11.10.2 Vibraciones

Es importante dar una atención especial para asegurar una generación mínima, o bien con una atenuación adecuada de todas las vibraciones, de modo que no afecten el confort de los pasajeros. Las frecuencias propias de las vibraciones deberán satisfacer al máximo posible aquellas perjudiciales a la salud definidas por la norma ISO 2631.

11.11 Iluminación

El sistema de alumbrado de pasajeros deberá ofrecer una iluminación al usuario que brinde una sensación de comodidad y bienestar, asegurando además, en caso de emergencia, un nivel de iluminación adecuado.

Las luminarias deberán ser provistas de difusores que eviten el ofuscamiento.

El alumbrado de los compartimentos de pasajeros de los trenes podrá ser normal o de emergencia.

11.11.1 Alumbrado normal

Este sistema ofrecerá una iluminación, de acuerdo a los niveles indicados más adelante, sin efectos de sombra.

11.11.2 Alumbrado de emergencia.

Este tipo de alumbrado funcionará permanentemente y se mantendrá encendido ante la ausencia de la alimentación exterior, brindando al usuario la iluminación indispensable para su seguridad y desplazamiento.

Cada lámpara del sistema de alumbrado de emergencia se alimentará a través de un convertidor electrónico, a partir de la batería, considerándose cuatro lámparas de este sistema en cada coche, distribuidas en forma estratégica a lo largo del mismo.

El alumbrado de emergencia se mantendrá por mínimo 60min.

El alumbrado del salón de pasajeros estará disponible, a partir del accionamiento del botón de encendido de los trenes. Al iniciarse la energización de los trenes funcionará el alumbrado de emergencia, y al lograrse la operación de todos los equipos auxiliares del tren deberá operar normalmente la iluminación del salón de pasajeros, incluyendo las lámparas que pertenezcan al alumbrado de emergencia.

11.11.3 Nivel de Iluminación

Los niveles a considerar para los dos tipos de alumbrado a 1,2 m del suelo son los siguientes:



Tabla 6. Niveles mínimos de iluminación

Alumbrado Normal (incluye las lámparas de emergencias)	300 lux promedio
Alumbrado de Emergencia	50 lux promedio

La localización de los artefactos de iluminación debe ser de tal manera que no cree conos de sombra en el interior del vehículo.

Las luminarias deben estar protegidas de la intemperie y el vandalismo y deben permitir una sustitución rápida y fácil de las fuentes de luz.

Las fuentes de luz deben tener una vida normal de más de 10,000 horas de funcionamiento.

Las luminarias deben ser resistentes al fuego y no dar lugar al goteo de material inflamado.

Las conexiones eléctricas entre las diversas luminarias deben estar ocultas.

11.11.4 Iluminación externa y natural

Se instalarán ventanas a cada costado, a una altura tal que permitan que el pasajero, sentado o de pie, observe los rótulos y andenes de las estaciones.

Cada convoy debe estar equipado con faros que funcionan en el frente, cabeza y cola, del mismo (luces rojas y blancas en función de la dirección de marcha). En caso de producirse falla de las luminarias, serán reemplazadas por el personal también no especializado.

11.12 Climatización

Los convoyes deberán estar equipados con un sistema de climatización interna completamente automático, dimensionado teniendo en cuenta el ambiente y las condiciones en las que el material rodante prestará servicio cumpliendo la norma EN 14750.

El funcionamiento del sistema, en base a la temperatura del convoy, será regulable en manera automática desde el Puesto Central.

El sistema de aire acondicionado debe comprender las funciones de enfriamiento y ventilación.

Se podrán realizar las siguientes configuraciones:

- en posición "fuera de servicio" el sistema deberá resultar aislado en cualquier condición del compartimiento de pasajeros (aislamiento necesario como resultado de una falla).
- en posición "marcha forzada" del equipo para cualquier ajustes se deberá activar la temperatura externa
- y en posición "de servicio" el equipo se encontrará activo.

Eventuales fallas del equipo será detectado y señalado por el Puesto Central. Igualmente será previsto un diagnóstico a bordo facilitando la individualización de la anomalía y las causas de la falla.

El sistema de climatización es dimensionado considerando una diferencia térmica entre el exterior y el interior de 6°C, comenzando el aporte de carga frigorífica a partir de los 21°C (interno), con una HR del 50%-60% en la temporada de verano en condiciones externas de 35°C con UR de 80%, con una irradiación solar máxima de verano, con un convoy estándar de ocupación de 6 pax/m² y puertas cerradas. Las características del grupo de refrigeración serán



de todos modos tales que garanticen el funcionamiento aún con temperaturas del aire exterior de 40 °C.

Se deberá establecer una curva de enfriamiento adecuada.

El sistema de acondicionamiento de aire además será capaz de tratar una cantidad de aire exterior, *necesario para el correcto recambio*, en función del estándar de ocupación previsto.

El aire de alimentación por lo tanto, será una mezcla de aire recirculado y de aire exterior.

Las características climáticas del interior y la distribución del aire debe ser lo más uniforme posible.

En el caso de una falla eléctrica, el sistema cambia automáticamente a la función de ventilación asegurando la alimentación de aire del exterior requerida para los pasajeros por un tiempo de 60 minutos.

11.13 Tracción, conducción y frenado

El sistema de propulsión con el suministro de energía eléctrica debe ser acoplado a un sistema *electromagnético y neumáticos* con frenado de servicio y de recuperación de energía.

El sistema de tracción debe garantizar una velocidad de al menos 90 km/h en condiciones de Carga de tipo CC1 y el sistema de frenado se debe ajustar en consecuencia.

El tren, cualquiera que sea su composición y con perfil horizontal, con carga nominal (CC1) deberá alcanzar 40 km/h en 13 segundos máximo, y 72 km/h en 28 segundos máximo, los tiempos se miden a partir de que se ordena la tracción.

Las prestaciones de la tracción serán conformes a la norma UNI 11378-2010.

11.13.1 Moto degradado

Los equipos se dimensionarán de forma que, cuando en la composición del tren, un coche *motor* tenga el sistema de tracción averiado, el tren podrá alcanzar la siguiente estación para evacuar pasajeros, arrancando por la máxima rampa y con radio de curvatura mínimo y con la carga máxima CC2.

Un tren con carga de tipo CC2 debe ser capaz de remolcar y empujar un tren con carga CC2 en rampa del 3,5% y alcanzar la velocidad mínima de 35km/h.

11.13.2 Alimentación y funcionamiento de las instalaciones eléctricas

La alimentación será asegurada y continua a lo largo de las vías, estaciones, terminales, túneles secundarios, etc. Los elementos de captación de corriente (pantógrafo y el cable de contacto o rieles rígidos de suministro y patines) serán bien identificables y distinguibles con el fin de evitar accidentes debidos al contacto accidental.

La captación de energía deberá tener lugar en todas las condiciones y todos los circuitos de captación serán protegidos con interruptores y / o fusibles. Los órganos de captación deben ser tales como para limitar la emisión de polvo y deben ser, en caso de falla, de fácil y rápida accesibilidad y reemplazo.

El sistema de suministro de energía debe, por supuesto, proporcionar suficiente potencia a todos los componentes eléctricos de todos los subsistemas con el fin de hacer que funcionen correctamente de acuerdo con las condiciones requeridas. Todos los componentes del sistema eléctrico deben ser identificables y distinguibles fácilmente y ser conectado de manera fija, protegida y aún, en ocasiones, segmentado para poder ser excluidos.



Cada circuito eléctrico, excepto la conexión a tierra, estarán protegidas por disyuntores y / o fusibles adecuados y de fácil acceso para su mantenimiento. Todo el sistema eléctrico debe ser realizado en forma modular y de fácil sustitución. El Postor debe proporcionar las especificaciones completas de todos los componentes elementales, eléctricos y electrónicos, de potencia y de señal. En particular, debe indicar las características eléctricas dimensionales de prueba, calibración, tolerancias, materiales, pruebas de tipo y de aceptación.

Todos los materiales de recubrimiento deben ser no inflamables y auto extingüibles y se debe indicar el grado de IP para cada equipo.

Los equipos eléctricos bajo carrocería expuestos a partículas contaminantes sólidas (aceite, polvo, fragmentos de piedra y asfalto) que no estén en cajas selladas, deben ser protegidos con IP 65; todos los demás con IP 55. Toma de corriente

Se deberá utilizar como mínimo 2 tomas de corriente para cada tren.

Se garantiza el perfecto contacto con la catenaria rígida en todas las gamas de alturas, desde la posición inferior hasta la posición superior, manteniendo la fuerza estática nominal dentro de la tolerancia, según norma EN 50206-2.

El sistema de levante de los pantógrafos será neumático con control por medio de electroválvula neumática. Los movimientos de subida y bajada del pantógrafo serán mandados por un panel de control neumático. La admisión y el escape de aire están regulados de tal forma que la elevación y el descenso se efectúan sin choques en la catenaria ni sobre el bastidor.

Cuando el pantógrafo no está en servicio, o en ausencia de aire comprimido, el sistema articulado se repliega automáticamente, por tanto es de seguridad activa, según el esquema neumático tipo europeo.

11.13.3 Interruptor extra rápido

El interruptor será del tipo a sopladura electromagnética, mando eléctrico y mando de abertura rápida.

Las características de abertura serán estudiadas conjuntamente al filtro principal para ser compatibles con la protección de los equipos del tren y con las características de los interruptores de las subestaciones (I_{max} , dI/dt).

11.13.4 Sistema Antipatinaje – Antideslizamiento

La función de antipatinaje y antideslizamiento estarán integradas en el equipo de tracción, excepto en los coches remolque, en los que la función de antideslizamiento estará integrada al sistema de frenado neumático.

Cuando se presenten fenómenos de patinaje o de deslizamiento de las ruedas, el sistema debe permitir la captación precisa del movimiento de las ruedas e iniciar inmediatamente las medidas correctivas oportunas, de forma que se obtenga un aprovechamiento óptimo de la potencia de tracción y del frenado dentro de los límites de la adherencia de los materiales en contacto.

El sistema estará formado básicamente por una central por vehículo, los órganos de mando de frenado y los sensores de velocidad ubicados en los ejes del bogie.

El sistema debe detectar con seguridad, precisión y rapidez, tanto los fenómenos espontáneos de rápido desarrollo, que exigen una reducción inmediata de la potencia actuante, como los procesos de pérdida de adherencia de desarrollo lento, con objeto de poder circular de forma óptima en la zona de pseudo deslizamiento.



Además, para garantizar un eficiente accionamiento de las fuerzas motrices y de frenado, un dispositivo idóneo deberá suministrar en tiempo real a los sistemas de control de tracción y frenado las condiciones de carga del tren.

Los carros deberán ser equipados con medidores de velocidad que permitan señalar en tiempo real eventuales deslizamientos por cada eje.

El sistema antideslizamiento-antipatinaje instalado en los trenes deberá garantizar prestaciones elevadas, incluso en freno de emergencia, pudiendo obviarse el uso de equipos de arenado siempre y cuando se garantice que el sistema antideslizamiento-antipatinaje propuesto cumplirá con todas las prestaciones solicitadas en los acápite precedentes.

11.13.5 Red y componentes de baja y media tensión

11.13.5.1 Convertidores

Los convertidores serán estáticos, con adecuada ventilación.

Los convertidores estáticos estarán dimensionados para que en caso de avería de uno de ellos, el otro pueda suministrar alimentación por lo menos a un 50 % de la climatización, a uno de los compresores del tren ya los ventiladores del equipo de tracción de los coches motores.

Cumplirá con la normativa de compatibilidad electromagnética EN50121.

Los componentes del equipo cumplirán lo establecido en las normas EN50207, EN50155, EN50121, EN50124, EN50125, EN50163.

11.13.6 Alimentación de emergencia - Baterías

Cada vehículo tendrá a bordo una fuente de energía secundaria alternativa.

La transición de la fuente de alimentación primaria a la de emergencia (y viceversa) debe ser tal de no dañar el vehículo y sus componentes en alguna parte y no crear peligro para los usuarios o el personal de servicio.

En cada tren se deberá instalar bancos de baterías, en cantidad acorde a la formación propuesta. El banco de baterías estará conectado en paralelo a los circuitos del tren que lo requieran. La carga del banco de baterías se efectuará mediante el convertidor estático.

En condiciones normales, los bancos de baterías deberán alimentar las cargas del tren, en caso de falla de un banco de baterías, un solo banco deberá ser capaz de absorber, en forma automática, la carga de un tren completo.

Las baterías serán capaces de alimentar por sí solas durante 1 hora los circuitos y sistemas siguientes:

- Circuitos eléctricos de mando.
- Sistema informático embarcado.
- Alumbrado fluorescente ordinario (durante 30 segundos desde la pérdida de alta tensión y pasados los cuales funcionará sólo el alumbrado de emergencia).
- Megafonía.
- Radiotelefonía y sistemas de comunicaciones tren - tierra bidireccionales.
- Faros y pilotos externos.
- Control electrónico y accionamiento eléctrico de las puertas de pasaje.
- Control del equipo neumático.



- Electroválvulas antibloqueo.
- Sistema de conducción automática.
- Equipo anunciador de estaciones.
- Equipo de registro de seguridad
- Ventilación de emergencia.

11.13.6.1 Motores auxiliares

El aislamiento de los arrollamientos será de clase H.

11.13.6.2 Dispositivo Hombre Muerto

La posición de guía manual, en caso de avance manual, deberá ser equipado con un dispositivo de seguridad "Hombre Muerto", que determina automáticamente la actuación del sistema de frenado de emergencia, en caso de anomalías del sistema.

La detección de la presencia del maquinista será activada por la presión ejecutada sobre el mismo manipulador.

La lógica de funcionamiento funciona en dos niveles:

- Después un primer tramo realizado (a definirse entre 50 y 100m), en falta del señal de presencia del maquinista, se activa un alarma acústico.
- Después un ulterior tramo realizado (a definirse entre 50 y 100m), siempre en falta de presencia del maquinista, se activa el frenado de emergencia.

En caso de avería, el dispositivo podrá ser desenganchado mediante un mando plombado.

11.13.7 Compatibilidad electromagnética

En ningún caso, el funcionamiento del tren deberá ser perturbado por los campos electromagnéticos al exterior. De forma mutua, el funcionamiento del tren no deberá perturbar las instalaciones existentes y en particular los sistemas ATP, ATS y ATO.

Deben considerarse y solucionar de la forma mas adecuada, dos aspectos básicos:

- La compatibilidad electromagnética de los varios equipos del tren
- La compatibilidad electromagnética con el exterior.

Las emisiones electromagnéticas del material rodante deben ser conformes a la norma EN 50121.

El Constructor, sea en fase de oferta que durante el suministro, en todos los casos deberá ejecutar todos los estudios y ensayos necesarios para comprobar y asegurar la compatibilidad total del tren con la línea.

El Constructor deberá tomar todas las precauciones para el cableado necesario a limitar las radiaciones electromagnéticas hacia los otros equipos, radiaciones que deriven de corrientes de impulso o elevadas frecuencias.

11.13.8 Compatibilidad en la interface rueda – riel

Deberá garantizarse la compatibilidad en términos de seguridad en la interfaz rueda-riel entre los órganos de rodadura adoptados y las instalaciones utilizadas según lo que corresponde en la norma EN 14363.



11.13.9 Ahorro energético

El convoy deberá ser equipado por el frenado electrodinámico y para la recuperación de la energía gastada durante el frenado.

El frenado electrodinámico utiliza los motores de tracción como generadores a partir de la velocidad máxima hasta bajos valores de velocidad (5 km/h) cuando interviene automáticamente el frenado mecánico. La recuperación de la energía en fase de frenado se realiza en función de la receptividad de la línea, de otra forma se disipa mediante reóstatos de frenado.

Con la finalidad de reducir el impacto energético-ambiental, el convoy deberá ser capaz de analizar las situaciones de consumos de energía durante la fase de operación, e intervenir apagando los sistemas auxiliares cuando sea necesario.

11.13.10 Motores de tracción

Los motores deben cumplir con la normativa vigente.

Los motores de accionamiento deben ser balanceados adecuadamente para minimizar las tensiones en los carriles.

Deben ser capaces de ser desmontados en un pozo de mantenimiento desde la parte de abajo, con el convoy en una posición de servicio potencial. Los motores funcionarán regularmente en presencia de polvo conductor y de grasas o aceites minerales. Se debe especificar el aislamiento utilizado y como mínimo serán en Clase H según la clasificación IEC.

Los motores serán autoventilados, cerrados, estancos al agua y al polvo, ofreciendo un grado de protección mínimo IP55.

Los motores de tracción se someterán a los ensayos tipo y serie previstos en las normas CEI nº 349-2. (Rules for rotating electrical machines for rail and road vehicles). Serán normas de aplicación las NFF16101, NFF16102, IEC 60349 y CEI EN 61557.

Se mostrarán todas las características del sistema de propulsión utilizado con especial importancia del motor eléctrico y del sistema de regulación de accionamiento y las protecciones previstas.

11.13.11 Ruedas, bogies y suspensiones

Todo el sistema de rodadura y la conducción de los vehículos deben garantizar prestaciones idénticas en los dos sentidos de marcha. El diseño debe ser compatible con el rendimiento necesario y con el fin de facilitar al máximo las operaciones de mantenimiento y la intercambiabilidad de los componentes.

Todos los trenes deben estar equipados con sensores para la detección de cuerpos extraños en la vía, en ambas direcciones de marcha, conectados al dispositivo para la detención inmediata del convoy.

Se detallarán las características funcionales y dimensionales de los coches en su complejo y en todos sus componentes principales y el coeficiente de adherencia para las distintas condiciones de humedad esperada

Para las ruedas portantes debe indicarse el diámetro máximo.

El bogie será bimotores.



Los bogies deben ser contruidos y producidos con referencia a las estandardes: UIC 515; UIC 615; EN 13749; EN 15085 1-2-3-4-5.

Las ruedas deben ser realizadas en material R7 o equivalente y ser dimensionadas con respecto a los estándar UIC 812-3; En 13262; En 13979.1.

Los ejes serán dimensionados según los criterios, las condiciones de carga y las prestaciones reportadas en las normas EN 13103; EN 13104 y UIC 515-3.

Los ejes cumplirán las normas UIC-811, y los ejes equipados cumplirán la EN 13260 y UIC 813.

Los rodamientos no llevarán ranura central para la relubricación, y cumplirán la norma UNE-EN 12080

Deberá ser posible reperfilear las ruedas en los tornos en fosa presentes en los talleres de la planta. El reperfileado debe poderse realizar sin desmontar ningún pieza del convoy.

Dependiendo del sistema se debe especificar el rendimiento en términos de:

- comportamiento de los coches en curva;
- comportamiento de los ejes en curva;
- transmisión de los esfuerzos de tracción entre motores y ruedas;
- transmisión de los esfuerzos laterales entre coches (ejes); bogies y cajas
- sistema de suspensión y estabilización transversal y vertical.

La altura de la caja sobre el bastidor de bogie será constante e independiente de la carga del coche.

Cada balona de aire posee un mecanismo de compensación de altura para evitar el asentamiento de la carrocería en el bastidor del bogie

11.13.12 *Areneras y dispositivo engrasador de las pestañas*

Los bogies serán equipados con areneras, en número suficiente para garantizar las prestaciones solicitadas en fase de arranque y frenado del tren. Las areneras serán dotadas de indicador de nivel, ubicado en una posición fácilmente accesible y podrán ser rellenadas mediante un dosificador de arena.

Los trenes deberán ser equipados con un dispositivo de lubricación del lado interno de las pestañas. Podrá utilizarse un lubricante sólido a stick.

11.13.13 *Sistema neumático*

El sistema neumático debe producir aire comprimido para los servicios a bordo (suspensión neumática, pantógrafo, areneras, engrasadores, plumas, etc) y para los frenos neumáticos, si los hubiera.

Los equipos neumáticos serán reunidos en grupos fácilmente accesibles y el sistema debe ser tal que los accesorios faciliten el mantenimiento, incluyendo el desmontaje del equipo.

El compresor debe ser de tipo seguro experimentado y silencioso, preferiblemente de tipo rotativo, montado de manera tal de no transmitir vibraciones a la carrocería del vehículo.



Deberá estar indicado el tipo de compresor y proporcionar todas las garantías de adecuado tamaño y duración tanto para la parte eléctrica y neumática. En el diseño del motor del compresor se deberán satisfacer las normas IEC 349, UIC 619 o equivalentes. El control del nivel de lubricante deberá ser posible desde el exterior sin necesidad de desmontaje.

El tratamiento del aire comprimido debe incluir todos los dispositivos para mejorar las características del aire comprimido en sí, en particular mediante la eliminación del contenido de agua, aceite y partículas extrañas.

También se proporcionarán tanques de almacenamiento adecuados de aire comprimido.

11.13.14 Frenado

El sistema de frenado se llevará a cabo de conformidad con la norma EN 13452.

El sistema de frenado será del tipo a disco.

Las pastillas de freno deben ser de acuerdo a la normativa UIC 541-3-OR.

El tiempo de detención de los trenes en pendientes debe ser indefinido

El estacionamiento del convoy con carga de 8 personas/m², debe ser garantizado sobre una rampa del 5% en línea recta

Un número oportuno de unidades de frenado será con recuperación de energía.

El sistema de frenado asegurará el cumplimiento de las condiciones de confort durante la fase de frenado sin emisión de polvos, líquidos u otros contaminantes.

Cada tren debe tener el equipo adecuado para probar la eficiencia del frenado antes de entrar en servicio en la línea.

11.13.15 Enganches

Se prevén acopladores automáticos integrales de absorción de energía de acuerdo con los criterios establecidos por la norma UNI 8881-86 los cuales realizan la conexión mecánica, la conexión neumática y la conexión eléctrica.

Los acopladores (enganches), por ser un equipo de seguridad, se diseñarán para soportar esfuerzos generados bajo condiciones excepcionales tales como maniobras de socorro - descompostura, coches inactivos a la tracción y/o frenado, entre otras, debiendo resistir esfuerzos longitudinales de compresión de 1500kN y tensión de 1000 kN.

Las barras deben tener una capacidad de absorción de al menos 80 kJ.

Las maniobras de acople o desacople podrán realizarse en curvas de 50 m de radio como mínimo

Los acoplamientos podrán realizarse aún cuando los enganches tengan una diferencia de cota de 100 mm.

Los acopladores intermedios deben ser realizados usando barras de tracción, también estar equipadas con un dispositivo de absorción de energía.

El acoplamiento se realizará con los coches parados y admitirá una diferencia de cotas entre enganches de 60 mm.

Los acopladores automáticos permiten un acoplamiento automático entre convoyes en cualquier punto de la línea, con la carga máxima a una velocidad menor de 5 km/h.



11.14 Cajas

11.14.1 Diseño

El Postor deberá proponer un estudio de detalle del diseño del tren tipo presentando un informe específico con la presentación gráfica en diferentes vistas (render) de:

- Configuración externa
- Configuración interna
- Disposición de los asientos
- Coloración

11.14.2 Estructura

El diseño estructural debe esforzarse para obtener la máxima ligereza sin comprometer el rendimiento de rigidez y durabilidad.

El Postor debe proporcionar un análisis estructural completo de los principales elementos portantes de los vehículos, así como la configuración de los coches y en todo caso de las partes destinadas a la rodadura.

La estructura de la caja debe cumplir con todos los requisitos estructurales, de cargas de diseño y de tensiones admisibles y factores de seguridad indicados en la norma UNE-EN 12663 "Requisitos de dimensionamiento de las estructuras de los vehículos ferroviarios" que corresponden a los vehículos de la categoría P-III (Metropolitanos pesados) y en la norma UIC 566 OR.

La fiabilidad de las estructuras y el correcto diseño y dimensionamiento de las partes destinadas a resistir las sollicitaciones derivadas de la circulación serán certificadas mediante pruebas de carga estática y dinámica.

Ambos extremos de cada carrocería estará equipado con protección anticlimber con la doble función de absorber parte de la energía del impacto y al mismo tiempo evitar la superposición de los coches. Debe preverse puntos de elevación apropiados y ataques, fácilmente identificable en el bastidor, para la elevación del coche en el taller (con ascensores a columna o con puentes grúa) y en línea (tras un descarrilamiento).

Las frecuencias de resonancia deben estar distantes de todas las frecuencias de excitación. (Incluyendo aquellos derivables de la vía) para evitar la aparición de vibraciones resonantes y/o sensibles.

El material rodante debe ser capaz de resistir, sin deformación permanente, el acoplamiento entre dos convoyes de carga CC2 a velocidades no menores de 5 km / h.

La estructura de las carrocerías se dimensionará para resistir, sin exceder los límites admisibles y sin deformaciones permanentes o grietas:

- a una fuerza estática de compresión de 800 kN. sea vacío o a plena carga, aplicada a la altura de las barras de tracción o de los acopladores;
- con una carga estática incrementada al menos un 15%, correspondiente a la tara más el peso de los pasajeros (CC2), incrementado del 15% para tener en cuenta la sobrecarga dinámica;



- una fuerza de tracción y / o compresión aplicada en el nivel de los acopladores, correspondientes al rescate de un convoy de características similares, con la pendiente máxima presente;
- esfuerzos debido a la frenada de emergencia;

Y las siguientes condiciones especiales:

- torsión/pandeo;
- realzo después de descarrilamiento.

La estructura de la caja debe soportar la fatiga por un mínimo de 35 años.

11.14.3 Pasillo de intercirculación

El pasillo de intercirculación, de grandes dimensiones, deberá permitir una prospección de todo el convoy.

Las partes que forman el intercomunicador deben ser acoplables y desarmables en forma rápida y simple, la operación se puede realizar internamente o externamente. Se considerará pasillo de intercirculación entre coches, logrando que el salón de pasajeros se extienda a toda la formación. De ser así, se deberá regir por las siguientes características:

- La zona libre de paso será como mínimo de 1.300 mm de ancho y 1.900 mm de alto.
- Será robusto, ligero y capaz de resistir todas las sollicitaciones que puedan producirse, con el tren circulando en vía general y talleres, en las peores condiciones, reuniendo las máximas garantías de seguridad para el pasaje, en cualquier momento de la marcha. El montaje y desmontaje de los pasillos será fácil, rápido y seguro.
- El dispositivo será realizado en manera tal que no cause riesgos de accidentes para los pasajeros y/o el personal en cualquier condición; y utilizará productos y sistemas que atenúen lo más posible ruidos y vibraciones, con un adecuado aislamiento termo acústico.

En la fase de Diseño Definitivo deberá presentarse un estudio sobre la condición cinemática del pasillo de intercirculación, en relación a la geometría de las Vías de línea y de depósitos.

11.14.4 Piso del coche

El fondo del vehículo puede ser una parte integral de la estructura o montado de manera segura en la estructura.

Las fijaciones del piso del coche serán niveladas con el piso del coche y accesibles de un lado.

Con cargas CC2 – CC0 el piso del coche no debe presentar una flecha elástica evidenciable.

Los pisos del coche deben soportar una carga estática de 6000 N/m² y una carga puntual de 2 kN sobre una superficie de 400 mm x 400 mm sin deformaciones permanentes visibles.

El revestimiento del piso del coche está hecho de material antideslizante y resistente al desgaste, conectado adecuadamente con las paredes verticales del revestimiento y los asientos a fin de consentir una limpieza fácil mediante el uso de medios mecánicos.

El montaje del piso del coche, incluyendo el sellador, los tornillos de anclaje y las eventuales cubiertas de orificios deben ser a prueba de agua, no higroscópicos, resistente a la putrefacción, al crecimiento de hongos y repulsivo e impenetrable por insectos. Toda la superficie debe ser antideslizante en todas las condiciones climáticas y debe ser resistente al fuego bajo la carrocería por al menos 30 minutos.



La altura del piso del coche de los vehículos será de 1050 mm constantes a la variación de la carga del nivel de riel en orden de marcha y con ruedas nuevas, de todos modos igual a la de los andenes.

La distancia horizontal no más de 5cm y la distancia vertical ± 1 cm.

11.14.5 Puertas

Las puertas de embarque y desembarque de los convoyes respetarán la norma EN14752.

El normal funcionamiento de las puertas será totalmente automático en correspondencia de los andenes.

Un movimiento completo de apertura o cierre deberá realizarse en un tiempo no superior a los 3,5s; este tiempo podrá regularse.

Cada puerta será equipada con una señal acústica direccional, la cual, cuando la puerta está abierta en las estaciones, permita individualizar su ubicación por parte de invidentes.

Una ulterior señal óptica/acústica actuará de la misma forma para preavisar el cierre de las puertas.

Cada puerta debe funcionar independientemente de la otra, sin tener ningún componente en común.

Las puertas deben garantizar la adecuada estanqueidad.

Cuando las puertas del vehículo están abiertas debe ser impedido el movimiento del metro.

Las puertas, al final del ciclo, deben ser bloqueadas.

Las puertas no deben crear peligro para las personas durante su ciclo de funcionamiento.

El número de puertas en cada uno de los laterales del coche será de cuatro, cada una de ellas con dos hojas y sin montante intermedio. Las puertas están repartidas de tal forma que el número de viajeros de entrada y salida por cada una de ellas sea similar, de acuerdo con la distribución interior.

Las dimensiones útiles de las puertas no deben ser inferiores a:

- 1900 mm de altura;
- 1400 mm de ancho.

En el caso de evacuación, las Puertas se utilizan para gestionar la evacuación dirigiendo ordenadamente a los pasajeros.. En ese sentido, la evacuación de un tren detenido en una sección de túnel podrá realizarse adicionalmente por las puertas frontales del tren, adoptando puertas frontales dobles.

11.14.6 Asientos

Los asientos están dispuestos longitudinalmente a lo largo de las paredes del vehículo, con el asiento perpendicular al eje del vehículo.

La estructura será solidaria con la parte resistente de la carrocería.

Los asientos cuentan con las características aptas a resistir los esfuerzos normales de uso y actos vandálicos.

El sistema de montaje (preferentemente en cantilever) será tal que facilite las operaciones de limpieza del piso.



Los asientos, según la norma EN 15663 "Definition of vehicle reference masses", como mínimo debe ser:

	Asientos por tren(n°)	Asientos para pasajeros con movilidad reducida (n°)	Área para viajeros de pie (m ²)	Capacidad de pasajeros	Densidad de pasajeros
6 coches	136	4	178*	1.200	6 pax/m ²
7 coches	160	4	206*	1.400	6 pax/m ²

*se excluye gama de 30 cm en la parte delantera de los asientos para los pies de los viajeros sentados

Los trenes estarán equipados para el transporte de personas con movilidad reducida.

Habrà un sistema que indica la ocupaci3n de personas con discapacidad en sus respectivos lugares al Puesto Central.

Los principios b3sicos que cumplir3n los asientos son los siguientes:

- Globalmente, el asiento presentar3 una caracteristica frente al fuego, similares a la calidad NF16-101, M1F1 o M2 F1 para el poli3ster y M1 F1 para las resinas fen3licas.
- Las zonas de apoyo y respaldo ser3n removibles.
- Conformaci3n de caracteristicas anat3micas y ergon3micas para que no fatiguen las vibraciones.
- Ausencia total de 3ngulos vivos.

11.14.7 Soportes para pasajeros

Ser3n previstos pasamanos adecuados para que se sostengan los pasajeros de pie de manera segura, distribuidos de una manera funcional alrededor del convoy; tambi3n se proporcionar3n dos manijas tipo barandas, laterales a las puertas, una en cada lado.

11.14.8 Techos

Los paneles de techo deber3n ser de material no deformables sin depresiones o acopios con deformaciones y vibraciones, por lo tanto, todas las superficies ser3n empotradas sin extremos libres. Los materiales deben ser capaces de evitar la formaci3n de condensaci3n. Los paneles que cubren el equipo operacional deben estar articulados para facilidad el mantenimiento, pero ser3n fijados para evitar aperturas imprevistas.

11.14.9 Ventanas y cristales frontales

Las ventanas laterales ser3n posicionadas y dimensionadas en manera que garanticen una buena visibilidad al exterior, sea para los pasajeros de pie como para los que est3n sentados.

Las ventanas ser3n de dimensiones 3nicas y de tipo fijo.



Los cristales de las ventanas serán de seguridad, templados, sujetos por una junta de jebes que garantice su estanqueidad e incorporarán una lámina de protección antivandalismo.

El espesor mínimo de los cristales será de 11,52 mm, elegido de acuerdo con la norma NFF 31-250.

Los cristales deberán cumplir con las características indicadas en la norma SNCF ST-250 o equivalente, y las juntas de jebes, con la norma ASTM D-2000 o equivalente.

Los cristales frontales consentirán la mejor visibilidad posible, aun lateralmente; serán de tipo filtrante, seguros, laminados y templados químicamente y deberán cumplir con la especificación técnica FS-ST 308474.

Las superficies transparentes o vidriadas deben cumplir con la normativa contra incendios. La superficie de cristal frontal de cada convoy estará equipada con limpiaparabrisas los cuales permitirán una eficiente visión en cualquier sentido de marcha. Los limpiaparabrisas serán de fácil sustitución y de rápido mantenimiento.

11.14.10 Aislamiento térmico e impermeabilidad

Los materiales utilizados para el aislamiento térmico de los convoyes serán tales que resulten insensibles a la humedad, no sujetos a fenómenos de hinchamiento o disgregación; sus características deberán ser constantes en el tiempo.

El aislamiento garantizará un coeficiente de transmisión promedio no superior a $2,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.

La caja deberá garantizar ausencia total de infiltraciones desde el exterior, en particular en correspondencia de las puertas, del pasillo de intercurrencia, de las ventanillas, de las tomas de aire del sistema de climatización y de eventuales sistemas de ventilación forzada.

11.14.11 Partes externas

Todas las partes externas de los vehículos deben estar diseñadas de manera tal que no acumulen suciedad, polvo, agua y con el fin de permitir una limpieza mecanizada.

La superficie exterior del vehículo deberá ser lisa, libre de protuberancias o partes cortantes y afiladas. Cuando las puertas están cerradas, no deberán sobresalir de la carrocería.

El perfil del material rodante debe cumplir los requisitos de la aerodinámica.

11.14.12 Protección en contra de la corrosión y pintura

La pintura al exterior deberá garantizar una resistencia de por lo menos 6 años, sin alteración alguna después de múltiples lavados, teniendo en cuenta una frecuencia diaria de lavado y la particular polución determinada por la presencia elevada de polvo a lo largo de la línea.

Sobre las cajas será prevista la aplicación de un estrato de protección transparente anti-grafitos, cuyas características serán definidas durante la fase de Diseño Definitivo, y que en todo caso deberá ser fácilmente lavable mediante productos no tóxicos, asegurando además una elevada protección a la corrosión y oxidación.

11.14.13 Accesibilidad para mantenimiento

La accesibilidad a los espacios técnicos sólo se permitirá para el personal mediante el uso de llaves especiales. Todos los compartimentos deben ser, respecto al compartimento de pasajeros, estanco al polvo, suciedad, grasa, etc.



Se debe garantizar sustitución sencilla de todos los elementos que requieren mantenimiento frecuente.

11.14.14 Requisitos para la eliminación de las barreras arquitectónicas

Las condiciones de ascenso y descenso de los vehículos deben tener en cuenta la eliminación de cualquier tipo de barrera arquitectónica que pueda obstaculizar el movimiento de personas con movilidad reducida.

El ancho de las puertas y la organización de los apoyos cerca de las puertas deben permitir el paso fácil de tales medios.

Cada convoy tendrá espacio suficiente para alojar al menos dos sillas de ruedas, mientras que el porcentaje requerido en la normativa vigente establece reservar los asientos para personas con discapacidad, heridos, discapacitados temporalmente, etc.

Los espacios utilizados para sillas de ruedas deben ser dimensionados a fin de permitir de manera más fácil las maniobras de aparcamiento, traslación y rotación de las mismas.

11.14.15 Central de guía manual

Para cada uno de los dos extremos del tren se instalará una consola de control para accionar el manejo manual en talleres y cocheras, en caso de ser necesario en funcionamiento degradado o de emergencia. La consola de maniobra estará equipada con lo necesario para la conducción manual.

11.15 Seguridad contra incendios, humo y gases tóxicos

Todos los materiales empleados para la construcción de los trenes, incluidos los equipamientos eléctricos, deberán respetar las normas internacionales, entre las cuales se destacan:

- EN 45545
- NFPA 130-2010
- AFNOR 16101 – 102 – 103

Cada vehículo estará equipado con extintores de incendios de tipo aprobado, y de adecuada capacidad, dispuesto de manera tal de no obstruir el movimiento de los pasajeros.

Debe ser previsto un sistema de detección de humo y temperatura capaz de señalar la posición del detector de alarma y luego el vehículo en cuestión.

El sistema debe garantizar la transmisión de estas informaciones en puesto de comando manual (si es utilizado), en la estación siguiente y sobre todo al PCS.

A través de esta información, el sistema debe permitir la activación de la ventilación de la estación y del tramo del túnel considerado, con las condiciones establecida en el proyecto de emergencia.

El compartimento de pasajeros asegurará una resistencia total al fuego durante al menos 15 minutos (NFPA 130-2010).

11.15.1 Sistema de alarma

Los trenes deberán ser equipados con sistemas de alarma compatibles con la modalidad automática de avance.



11.16 Pruebas preliminares y de puesta en marcha

Las pruebas serán de cuatro categorías:

- Pruebas de prototipo
- Pruebas de tipo
- Pruebas de serie
- Pruebas de puesta en marcha

11.16.1 Pruebas de prototipo

Se trata de pruebas que conciernen sea a los equipamientos como al convoy completo, una vez terminada la construcción.

Serán ejecutadas sobre las producciones con elemento inicial de serie, con la finalidad de calificar los equipamientos y el tren para el uso específico.

Consecuentemente, se trata de la categoría de ensayos más valiosa e importante, la cual debe realizarse a todos los equipos y sistemas de importancia primaria de los cuales depende en forma directa la confiabilidad del sistema y la seguridad en fase de operación.

Las pruebas de calificación inherentes al convoy completo serán ejecutadas sobre el convoy pre-serie o, si es acordado previamente entre las partes, sobre un modelo yaciente parte de la primera entrega; deberán además incluirse las pruebas tipológicas indicadas en la norma IEC 61133/94.

Entre estas pruebas, deberá preverse en todos los casos la ejecución de las siguientes:

- Pruebas extensométricas de la caja.
- Pruebas de fatiga del cajón/bogie.
- Pruebas estáticas con máxima carga del cajón/bogie.
- Pruebas dinámicas en la línea (medición de las solicitaciones y de las aceleraciones sobre el bogie y sobre el cajón).
- Simulación en el banco para el dispositivo de intercirculación.
- Pruebas en la línea del funcionamiento del pasillo de intercirculación.
- Sistema de frenado: pruebas en el banco de los dispositivos de accionamiento y de mando del equipo.
- Sistema de tracción y frenado: pruebas de prestación en la línea.
- Simulación en planta de fabricación del funcionamiento del sistema electromecánico de tracción, incluido el sub-sistema de control, mando y diagnóstico.
- Verificación del nivel de ruido interno, con el tren parado.
- Verificación del acoplamiento entre dos convoy, en las condiciones mas desfavorables.

11.16.2 Pruebas de tipo

Se trata de pruebas tipológicas que hacen referencia a precisas prescripciones normativas y/o acuerdos previos entre las partes.



Elas conciernen principalmente a los equipos y los sub-sistemas más importantes y, donde no está indicado diversamente, se ejecutarán sobre una sola muestra al inicio del proceso de fabricación y producción.

También para esta categoría de pruebas, se prevé la presencia del Cliente y de los órganos de control propuestos durante su ejecución; el procedimiento a utilizarse deberá ser previamente aprobado por dichas entidades.

11.16.3 *Pruebas de serie*

11.16.3.1 *Pruebas sobre los componentes y equipamientos*

Dichas pruebas deberán realizarse en el contexto del control de fabricación y deberán permitir la determinación de la conformidad de los equipos respecto a las especificaciones técnicas de construcción y a los resultados de las pruebas de calificación y de tipo.

11.16.3.2 *Pruebas sobre los trenes realizados*

De las pruebas de serie realizados en las plantas de fabricación para la aceptación de los trenes, deberán interesar de manera especial la buena calidad y la perfecta ejecución del suministro, y la perfecta correspondencia con las especificaciones del diseño referencial.

El programa de estas pruebas y el plan respectivo de ejecución, deberá ser sujeto de un documento de especificación a presentarse al Cliente con un adelanto de 30 días respecto a la fecha prevista para la ejecución de las pruebas en objeto.

11.16.4 *Puesta en marcha*

La puesta en marcha se refiere a todas las acciones y pruebas que se realizarán para poner en servicio la línea completa (la Línea 2 ó Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta), una vez que ya han sido instalados los equipos y/o sistemas

Las pruebas en cuestión comprenden: pruebas de funcionamiento, operativas y de marcha en vacío.

11.16.4.1 *Pruebas de funcionamiento*

- Pruebas en vacío, sin carga y después con carga de cada uno de los equipos y sistemas Aislados.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos, sin la circulación de los trenes;
Pruebas del gálibo de las instalaciones con respecto a los trenes;
Pruebas de todos los equipos con la circulación de los trenes

11.16.4.2 *Pruebas operativas*

Este se realizará para verificar y ajustar todos los parámetros del sistema completo

11.16.4.3 *Marcha en vacío*

La marcha en vacío involucra la operación sin pasajeros de toda la línea para:

- probar los equipos (compreso los trenes) en condiciones muy cercanas a las reales
- completar el entrenamiento del personal en el manejo de todos los nuevos equipos



12 LA SUPERESTRUCTURA DE LA VÍA

12.1 Generalidad

La superestructura ferroviaria materializa el trazado de la vía.

La superestructura de la vía está formada por todos los elementos y materiales que se colocan sobre la plataforma para establecer el camino de rodado ferroviario.

La vía será diseñada de tal forma que esté completamente coordinada con la estructura de interconexión, sistemas, servicios y entidades externas.

La vía estará constituida por dos rieles con inclinación de 1/20 y separación relativa (trocha) de 1.435 mm.

Los criterios generales de diseño de la vía deben garantizar la seguridad de la circulación, el bienestar de los pasajeros, la fiabilidad de las instalaciones, la economía en la operación a través del ahorro energético.

El sistema debe garantizar la seguridad de funcionamiento, la mitigación de las vibraciones y del ruido primario y secundario, el aislamiento eléctrico, la facilidad y economía de instalación del suministro y mantenimiento.

El diseño de la superestructura de la vía férrea en su conjunto debe basarse en la experiencia disponible en la actualidad en el mercado y uso establecido por los operadores de metro, con características similares a las de la línea 2 del Metro de Lima, dentro del más adecuado nivel tecnológico, buscando la seguridad y confiabilidad del sistema de transporte, cumpliendo las condiciones y requisitos de las normas.

Los componentes del sistema deben ser estandarizados.

La rigidez de transición entre los diferentes sistemas debe ser abordada.

El sistema de la superestructura de vía en los túneles deberá ser compatible con la infraestructura y cumplir con:

- a) Gálibo dinámico de los vehículos y galibo de libre pasaje,
- b) Equipo instalado a lo largo de las vías principales, tales como máquinas de cambia vías, lubricadores de riel, señales, etc.
- c) Equipos de alimentación eléctrica detrenes
- d) Drenaje
- e) Otras interfaces derivadas de características de los proyectos.

El gálibo dinámico de libre pasaje es el espacio que debe ser mantenido libre de obstáculos, para el tránsito del tren.

El Postor elaborará el gálibo dinámico de libre pasaje desde el gálibo estático del material rodante, teniendo así en cuenta los desplazamientos del tren, las deformaciones de la vía bajo la acción del tren, las tolerancias de construcción, montaje y manutención del material rodante, de las obras civiles y de la vía, del espacio necesario para reemplazar en los rieles un tren descarrilado, del desgaste de rieles y cambiavías.

Se prevén los siguientes sistemas de superestructura de vía

- Sistema de vía con fijación directa en túneles,
- Sistema de vía con balasto en secciones abiertas y en los patios.



La necesidad y uso de la amortiguación del ruido y de la vibración deben ser definidos en los estudios del Postor.

Toda la línea debe ser evaluada para identificar los puntos donde los niveles de ruido y vibraciones son superiores a los permitidos por la norma vigente.

El retorno de la corriente en las subestaciones se efectuará a través de los rieles de la vía. Para el drenaje de la corriente de fuga se utiliza barras planas interconectadas.

El sistema de la señalización posee equipos que se conectarán a los sistemas de vía tales como máquinas del cambiavía, juntas aislantes, detectoras electrónicas del posicionamiento de la aguja, contadores de ejes, balizas y antenas.

El drenaje debe ser desarrollado dentro del espacio disponible para la superestructura de la vía, con el fin de conducir el agua a los puntos de captura, tal como se definen en el diseño de las obras civiles y construido durante la construcción bruta. El drenaje en tramos de túneles de vía está destinado para capturar y realizar lavados de las vías y la infiltración de agua.

12.2 Trazado de la Vía

Las dimensiones mínimas en tangente y el trazado del perfil mínimo deberán ser acordes con el tipo de superestructura seleccionado para cada tramo del recorrido de la vía respetando los parámetros indicados en el párrafo 13.2.

12.3 Estabilidad de la vía

Para todas las soluciones propuestas, debe ser definido el límite máximo del ancho de las aberturas para garantizar la seguridad del vehículo en funcionamiento normal y accidental (por ejemplo, ruptura del riel o de la fijación).

12.3.1 Elasticidad de la vía

- a) En la vía con fijación directa, específicamente en la región de las articulaciones de las losas, la deformación relacionada del riel no puede exceder el límite permitido para la tensión de fatiga. Por lo tanto, la situación anterior debe ser demostrada a través de memoria de cálculo para todos los sistemas de superestructura de vía adoptadas.
- b) En la vía con fijación directa debe estar garantizada la seguridad de funcionamiento, incluso bajo condiciones de interrupción de riel. Por lo tanto, la distancia entre los extremos de los rieles y su desplazamiento lateral debe limitarse con el fin de asegurarse la situación de seguridad.

12.3.2 Resistencia longitudinal y transversal de la vía

- a) La superestructura de la vía tendrá una resistencia longitudinal adecuada, para satisfacer el frenado y la aceleración del material rodante y la tensión resultante de la variación máxima de temperatura en el riel.
- b) La resistencia longitudinal de la superestructura de la vía, teniendo en cuenta todas las interfaces – fijación del riel, deformación de los elementos elásticos, deslizamiento de los apoyos - en condiciones de límites de temperatura, aceleración y fuerzas de frenado debe ser tal que con una rotura accidental del riel, no se tenga ninguna abertura mayor que 30 mm entre las caras de los rieles en la dirección longitudinal. Los desplazamientos transversales deben limitarse a la medida suficiente para garantizar la seguridad del tráfico.



- c) La resistencia longitudinal de la superestructura de la vía debe ser compatible con las deformaciones y la capacidad portante de la infraestructura. Esta debe ser probada considerando todas las interfaces en las condiciones límite de temperatura, aceleración y fuerzas de frenado y la ruptura accidental del riel.
- d) En las vías con fijación directa, la resistencia transversal deberá asegurar la operación comercial incluso en el caso de ruptura de un riel.

12.3.3 Resistencia longitudinal del riel

La reducción de la resistencia longitudinal de los anclajes, debido a fenómenos vibratorios, carga, deformación, desgaste y la fatiga no puede permitir el deslizamiento de los rieles, bajo la acción de las fuerzas térmicas, el frenado y la aceleración.

En la entrada del túnel y en los terminales, los carriles se deben bloquear en la dirección longitudinal.

12.4 Demostración de performance y homologación previa a la Puesta en Operación

La performance de cada sistema de vía y cambiavías debe ser demostrada como se describe a continuación:

12.4.1 Informes de cálculo

- a) Deben calcularse los esfuerzos, las tensiones y las deformaciones del riel y de todos los componentes del sistema.
- b) Debe ser demostrada por informe de cálculo, las elasticidades vertical, transversal, resistencia longitudinal de la vía, con la actuación de las cargas combinadas (frenado, aceleración del material rodante, variación, temperatura, etc) convenientemente según la rigidez de diversos sistemas.
- c) Comprobar la estabilidad y la seguridad contra el descarrilamiento, en el caso de rotura accidental del riel, teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables.

12.4.2 Pruebas de homologación

La estabilidad de la superestructura de la vía debe estar evidenciada sobre la base de las normas UIC e informes de ERRI-D170, CEN, AREMA mediante ensayos estáticos y dinámicos en el laboratorio.

Las condiciones de las pruebas, mediciones y criterios de evaluación, y las cargas a ser empleados deben definirse en el proyecto.

12.4.3 Ensayos estáticos en laboratorio

Deben ser definidos y probados: la rigidez estática, la fuerza longitudinal y rigidez torsional, con sus deformaciones y límites para el total del sistema y sus componentes y conjuntos. La resistencia al deslizamiento longitudinal de los rieles sobre su apoyo, debe demostrarse sin carga vertical.

12.4.4 Ensayos dinámicos en laboratorio

Los esfuerzos de los actuadores deben ser definidas a partir de la rigidez estática total de la vía, teniendo en cuenta las tensiones máximas del informe de cálculo.



Durante los ensayos dinámicos se deben medir y registrar las deformaciones y las deflexiones de cada componente, del conjunto, así como la trocha.

12.4.5 Ensayos en la vía

Después de la instalación de la superestructura de la vía deben ser instrumentados los sitios de aplicación de cada sistema para realizar ensayos con el paso de los trenes que circulan a la velocidad máxima permitida en cada tramo.

Los resultados de las pruebas obtenidos en la vía con el paso de los trenes, se compararán con los valores determinados en los cálculos y pruebas de laboratorio, demostrando la compatibilidad.

12.5 Control de Vibraciones y Ruido Secundario

El diseño de la superestructura debe garantizar los límites de vibración y de ruido secundario como resultado del paso del tren, transmitidos por vía sólida a los edificios limítrofes de la línea, así como en la zona de las estaciones.

Deben ser probadas las performances de cada sistema de superestructura de vía propuesto con respecto a la amortiguación de las vibraciones y de los ruidos secundarios.

Deberá demostrarse mediante cálculo, la necesidad de uso de cada sistema de superestructura de la vía, de acuerdo con su capacidad de amortiguación de las vibraciones y de los ruidos secundarios.

12.6 Características eléctricas

Los rieles se utilizan como conductores de retorno de las corrientes de tracción.

Cada riel debe estar aislado eléctricamente con respecto a otros conjuntos y componentes de la superestructura (durmiente, viga, placas, anclajes, canaletas, etc) para mitigar las corrientes de fuga.

Para asegurar la continuidad eléctrica entre las placas de la superestructura de la vía, se deben instalar en sus articulaciones, cuerdas flexibles con la posibilidad de apertura e interconexiones transversales.

Deberá demostrarse mediante cálculo las características eléctricas previstas.

Deberán ser producidos los diseños típicos y de instalación.



13 PROYECTO FUNCIONAL

13.1 Esquema funcional de la línea

El sistema será realizado con un túnel simple de vía doble con diámetro interno no inferior a 9,20m.

En la ingeniería de detalle del proyecto este diámetro podrá ser adecuado en función de la compatibilidad con el Material Rodante y otros sistemas, en todo caso no será inferior a 9,20m.

Según lo prescrito más adelante, los túneles de línea, con la única excepción de tramos cortos o especiales, deberán ser realizados con excavación completamente mecanizada mediante el uso de TBM (que serán adquiridas, ensambladas y puestas a trabajar a exclusividad en la tunelación de este Proyecto)) con presión equilibrada del frente.

13.2 Requisitos del trazado

Se realizará el trazado con las siguientes características mínimas:

- 1) Pendiente máxima de 3,5%.
- 2) Radios superiores a los 250 m en la vía principal y 75 m en los patios.
- 3) El radio mínimo considerado para las curvas verticales será de 3.000m y, en casos excepcionales, se podrá incluir hasta un radio mínimo de 1.500m, previa aprobación del Supervisor de la Obra.
- 4) Para compensar la fuerza centrífuga que se genera en las curvas al paso de los trenes, se eleva el riel exterior con relación al riel interior de la curva. Esta sobre elevación no debe exceder de 160 mm.
- 5) Con la sobre elevación de los rieles se compensa la fuerza centrífuga, cuyo valor depende de la velocidad de paso de los trenes por las curvas y, para comodidad de los pasajeros, la aceleración no compensada no deberá ser superior a 0,90 m/s².
- 6) El paso de la vía de un tramo en recta (sin sobre elevación) a un tramo en curva (con sobre elevación) se realizará con una sobre elevación gradual que no deberá exceder de 3 mm/m. Los trenes deberán estar diseñados para aceptar condiciones más desfavorables de variación de la sobre elevación.
- 7) El paso de tramos en recta a tramos en curva y viceversa se realizará mediante enlaces con "curvas de transición".
- 8) No será posible realizar curvas verticales en correspondencia con "curvas de transición"
- 9) Las estaciones, las vías de maniobra y de terminal quedarán en horizontal o en pendiente no mayor a 0,5%, en cambio las vías de estacionamiento quedarán en pendiente no mayor de 0,15%, para evitar la deriva de un tren cuyos frenos no estén activos.
- 10) En todas las ocasiones donde esta disposición no ocasione gastos innecesarios en la obra civil, las estaciones se localizarán guardando una distancia entre ellas del orden de 50 m entre su extremo y el inicio de la pendiente más cercana.
- 11) El sentido de circulación de los trenes será por la derecha.



- 12) La profundidad del trazado deberá ser tal como para evitar las interferencias con las capas de interés arqueológico.
- 13) Las interferencias, directas o indirectas, con los cimientos de obras preexistentes deberán ser limitadas al máximo.

13.3 Estaciones

El dimensionamiento de las distintas áreas de las estaciones deberá ser suficiente para alojar el número de pasajeros previsto y para las correspondientes necesidades en situaciones de emergencia.

Se define **sistema estación**, al componente del metro que representa el único punto de acceso y de salida para el público mediante el paso por el puesto de control.

Un elemento fundamental del sistema de transporte son las estaciones, que se insertan en la trama de la ciudad existente. Las estaciones son catalizadores de la vida urbana y en este sentido serán continuación de la esfera cívica, siendo accesibles, permeables y bien integradas en el contexto urbano.

El sistema estación debe garantizar, en general, el paso rápido normal de los flujos de entrada y de salida mediante el apropiado dimensionamiento del vestíbulo, de los elementos de control, de los andenes así como de los elementos de subida (escaleras fijas, mecánicas, ascensores); la accesibilidad para los discapacitados físicos y sensoriales; la individualización de los diferentes destinos a través de una señalización adecuada; la evacuación del público en situaciones de emergencia a través de recorridos de evacuación protegidos.

Los establecimientos comerciales dirigidos a satisfacer aquellas necesidades de los pasajeros no relacionadas directamente con las necesidades de sus traslados ayudan a complementar la esfera urbana de las estaciones.

Diseñar buenas estaciones y económicas es un objetivo general del diseño. En este sentido, todas las estaciones deben tener potencial a largo plazo para el correcto desarrollo urbanístico de las zonas que las rodean.

13.3.1 Referencias

- a) A menos que se indique lo contrario en los Documentos del Contrato, la totalidad de las obras arquitectónicas serán construidas cumpliendo con las leyes y los reglamentos del Gobierno del Perú y de Lima.
- b) Los requisitos de diseño relacionados con la capacidad de pasajeros de la estación se basarán en la mejor información sobre el número de pasajeros y los modelos de flujo disponibles en el momento del diseño.
- c) A menos que se indique lo contrario en los Documentos del Contrato, los requisitos de diseño relacionados con la seguridad contra incendios y evacuación deberán estar generalmente de acuerdo con la norma NFPA 130 Standard for Fixed Guideway Transit Systems, 2010 Edition.
- d) A menos que se indique lo contrario en los Documentos del Contrato, los requisitos de diseño relacionados con el diseño funcional, deberán estar de acuerdo con:
 - Decreto Supremo n°039-2010-MTC
 - TCRP REPORT 100 - Transit Capacity and Quality of Service – manual, 2nd Edition, 2003
 - REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, junio 2006



- e) Cuando dos o más códigos se refieren al mismo tema o se generen conflictos entre códigos y normas, siempre se deberá aplicar la más restrictiva.
- f) Todas las normas, códigos y requisitos mencionados en cualquier extremo de este documento, deberán seguirse de acuerdo a la edición más reciente.

13.3.2 Factores de diseño

- a) La función principal de una estación de metro es permitir la circulación de los pasajeros que llegan desde fuera de la estación para: comprar billetes, subir a un tren en cualquier andén, permitir que los viajeros bajen del tren en la estación de destino y salgan de esta con seguridad y comodidad.
- b) Entre las funciones secundarias de la estación se incluye la prestación de servicios a los clientes de las instalaciones comerciales. Se recomienda de ubicar locales comerciales en el vestíbulo o a lo largo de las salidas, mientras que las áreas ubicadas en el nivel entrepiso serán destinadas sólo a venta de periódicos y productos que no necesiten la instalación de equipamientos riesgosos en caso de incendio

Estas funciones y otras relacionadas con los requisitos operativos del Metro, serán facilitadas por una amplia gama de equipos, máquinas e instalaciones que se alojarán en áreas específicas de la estación.

El diseño de la estación deberá responder y ser determinado por los siguientes factores:

- Requisitos de funcionalidad aplicados en la zona de los andenes
- Conectividad intermodal
- Requisitos relativos a tráfico y peatones
- Servicios afectados
- Requisitos estructurales
- Requisitos relativos al número de pasajeros previsto y a la resultante ubicación de las entradas
- Accesibilidad para discapacitados
- Interrelación con proyectos propuestos y potencialmente desarrollables en el futuro
- Estudios medioambientales
- Edificabilidad y alteraciones debidas a la construcción
- Flexibilidad en el diseño para permitir responder a los condicionantes específicos de cada ubicación
- Mantenimiento y accesibilidad a los equipos, máquinas e instalaciones

Conectividad entre los tipos de transporte

Para el éxito de la red del Metro como un medio viable de transporte, se debe proporcionar a los pasajeros una continua interconexión con otros medios de transporte con mínima distancia y dificultad. Las estaciones deberán ser un punto de intercambio conveniente para los pasajeros que llegan a pie o en coche, taxi, autobús o cualquier otro medio de transporte.

Las estaciones deberán también proporcionar una fluida y simple conexión entre las líneas de Metro convergentes.



13.3.3 Objetivos de diseño

Los proyectos de la estación necesitarán tener en consideración los siguientes objetivos:

- Una imagen de bienvenida atractiva con espacios despejados maximizando el uso del vacío estructural.
- Impacto del diseño urbano (incluyendo las propiedades adyacentes)
- Una imagen empresarial característica
- Provisión de conexiones a otros sistemas de transporte
- Provisión de conexiones a las instalaciones de aparcamiento
- Provisión de conexiones a las adyacentes propiedades y pasarelas
- Preservar a los peatones y las propiedades adyacentes del ruido y de la contaminación
- Seguridad del tráfico en las carreteras

13.3.4 Criterios de diseño

Esta sección establece los criterios que deben adoptarse en la planificación y diseño de las estaciones de metro con el fin de garantizar la coherencia en el diseño, la forma y la identidad de todo el sistema. Se pretende también que exista una coherencia entre los procedimientos de construcción, la circulación de pasajeros, la operación y el mantenimiento en todo el sistema.

Las estaciones variarán de complejidad a lo largo de la ruta y se han ubicado gracias a un interactivo proceso influenciado por las previsiones del número de pasajeros, los requisitos de intercambio con otros sistemas de ferrocarril, requisitos de intercambio con el transporte público, distancia entre estaciones, alineaciones, servicios públicos, requisitos de carretera y de peatones, interconexión con los desarrollos previstos y los estudios ambientales.

El diseño de las estaciones de intercambio de líneas de Metro deberá considerar, cuando resulte aplicable, soluciones de ingeniería, en las diversas especialidades, que viabilicen su implantación generando el menor impacto posible en el Sistema en Operación.

13.3.5 Criterios Base

El criterio esencial en un satisfactorio plan de una estación es la provisión de un espacio adecuado para la circulación de los usuarios habituales entre las entradas a nivel del suelo y los trenes de la forma más directa y lógica.

Entre los criterios más importantes que deben ser aplicados en el desarrollo del proyecto de la estación, hay que incluir:

- Dimensionamiento de las instalaciones que controlan el flujo de los pasajeros
- Evacuación de Emergencia
- Planos eléctricos y mecánicos y requisitos de espacio para los equipos
- Alojamiento operativo
- Seguridad contra incendios y compartimentación
- Circulación de los pasajeros, comodidad, facilidad de uso, seguridad y confianza.
- Señalización



- ... Edificabilidad de las estaciones.

13.3.6 Tipología de Estaciones

En el sistema existen dos tipos de estación: Intermedio e Intercambio. Las estaciones Intermedio sirven para solo una línea que comprende dos vías, una en cada sentido. Las estaciones Intercambio sirven para dos líneas (de Metro) que convergen y permiten a los pasajeros pasar de una línea a otra.

13.3.7 Plano de estación

13.3.7.1 General

Plano

El plano de la estación depende de: la geometría de la vía, los requisitos operacionales, la previsión de la seguridad de los pasajeros, la circulación de los pasajeros y los requisitos eléctricos y mecánicos.

Las estaciones deberán ser divididas en zonas públicas y zonas no públicas (zonas con acceso restringido). Las zonas públicas deberán además ser subdivididas en zonas con acceso bajo pago y zonas de no pago.

Las estaciones deberán ser diseñadas en torno a las configuraciones del andén, teniendo en cuenta las restricciones particulares impuestas por las distintas ubicaciones de las estaciones.

Andén

El nivel del andén dispondrá de espacio suficiente de ensamblaje de los pasajeros durante las condiciones de servicios normal y durante condiciones de servicio emergencia.

El nivel del andén en cada estación se determina según los requisitos mínimos estructurales y funcionales identificados (Dimensiones del andén: 135 m de largo y ancho variable).

Vestíbulo

Normalmente el vestíbulo se divide en dos zonas separadas por un sistema de torniquetes y barreras de seguridad. La zona de no pago es donde los pasajeros consiguen la entrada al sistema, obtienen informaciones sobre el viaje y compran los billetes. Pasando por los torniquetes de entrada los pasajeros entran en la "zona de pago" que incluye el acceso a los andenes. La disposición del vestíbulo en una estación se evalúa según los criterios de la estación y es determinada por las limitaciones del sitio y los requisitos del acceso de los pasajeros.

Las máquinas expendedoras de billetes y las taquillas para integración tarifaria se colocarán para minimizar los flujos de pasajeros que se cruzan y proporcionar espacio de circulación adecuado.

Arriba y abajo de las escaleras fijas y de las escaleras mecánicas, deberá existir un espacio suficiente para las colas y para el flujo de pasajeros.

Accesos

Los accesos de la estación serán ubicados haciendo especial referencia a los puntos de captación de pasajeros y a las restricciones físicas del sitio teniendo en cuenta el derecho de paso asignado por el Sistema de la Metro.

Locales de la estación



Locales para oficinas, zonas operativas y sala para el almacenamiento de equipos son necesarios en las zonas no públicas de cada estación.

Todos los generadores, las sub estaciones de tracción, los locales de bombeo, la cisterna del agua, serán alojadas en el nivel subterráneo.

Los requisitos del manejo de pasajeros influyen enormemente el proyecto de la estación y las operaciones de ferrocarril. El proyecto deberá ser basado en un cuidadoso análisis de las necesidades de los pasajeros y del operador.

Es esencial que el sistema sea diseñado para que sea lo más atractivo para los pasajeros y que sean respetados los siguientes criterios:

- Distancia mínima de viaje hacia y desde los andenes y entre andenes para transbordo entre líneas
- Adecuada capacidad para permitir el flujo de pasajeros
- Comodidad, incluyendo una buena señalización relativa a circulación y orientación.
- Seguridad y protección, incluyendo un alto nivel de protección contra los accidentes.

13.3.7.2 Niveles de seguridad

El concepto de seguridad para las estaciones prevé tres niveles de restricción.

Las áreas son más accesibles en el nivel de pasajeros (Zona 1) y se hacen más restringidas a medida que se avanza hacia las áreas técnicas (Zona 3).

La restricción se puede lograr mediante el uso de tarjetas electrónicas de acceso, o revelación bio-métrica que usan un sistema de cifrado electrónico para permitir o no el paso hacia las zonas técnica.

Zona 1 de Seguridad

Zona de acceso ilimitado a los pasajeros- Zona verde.

Los visitantes y el personal pueden moverse libremente en esta zona. Están incluidos las entradas, el vestíbulo, el mezanine y los andenes. La zona 1 tendrá acceso restringido solo en periodos en los cuales no se puede asegurar la seguridad, cuando, por ejemplo, es permitido el acceso al personal de limpieza y mantenimiento.

Zona 2 de Seguridad

Acceso restringido de la zona de oficinas – Zona Amarilla.

Esta zona consta de: zonas generales del personal incluyendo oficinas y almacenes.

También se incluyen los pasillos de las escaleras de zona de oficinas al fin de que estos pueden funcionar como entradas de personal.

Zona 3 de Seguridad

Seguridad Máxima para la zona técnica –Zona Roja.

Solo el personal autorizado puede entrar en las sub estaciones, sub estaciones de tracción, salas de ventilación y salas subterráneas. Las salas técnicas deberán funcionar con tarjetas de acceso electrónico, que abren las puertas a estas áreas.

13.3.7.3 Zonas de cola



Los criterios requeridos en las zonas de cola son los siguientes:

- 1) Se proporcionará un espacio para los pasajeros que permita hacer cola en todos los sentidos de circulación, áreas de servicio y puntos de decisión sin afectar el flujo de los demás pasajeros.
- 2) Los espacios de zonas de cola deberán ser colocados en paralelo y no deben superponerse. Deberán considerarse como parte del espacio general requerido en cada zona, como se indica a continuación:

Tabla 7. Zonas de cola mínima

Zonas de cola	L mín.
Torniquetes hasta escalera mecánica	8m – 12m
Torniquetes	6m
De escalera mecánica a escalera mecánica	8m – 12m
Escalera mecánica	6m
De escalera mecánica a escalera fija	10m
De escalera a torniquetes	6m – 10m
Escalera fija	4m
Ascensor	2,5m
Ventanillas	4m
Expendedoras	4m

13.3.7.4 Disposición de las escaleras mecánicas y de las escaleras fijas

Las estaciones deberían ser diseñadas para facilitar la circulación de pasajeros entre niveles en la zona de pago, utilizando escaleras mecánicas y escaleras fijas, por los desplazamientos hacia arriba y hacia abajo.

El número de escaleras mecánicas y escaleras se determinará mediante la comprobación que la capacidad de flujo de pasajeros sea adecuada para contener los picos de circulación (en hora punta), por la mañana y por la tarde, en condiciones normales o de emergencia.

13.3.8 Circulación de los pasajeros en las estaciones

La evaluación de la planificación de la estación debería basarse sobre la demanda de pasajeros en los periodos de tiempo de flujo más intenso:

- Flujo de hora punta – la demanda pasa a través una zona de la estación en el periodo de tráfico más intenso del día. Esto normalmente ocurre en las horas punta de la mañana o de la tarde.

El número de escaleras mecánicas y escaleras se determinará mediante la comprobación que la capacidad de flujo de pasajeros sea adecuada para contener los picos de circulación (flujos de hora punta), por la mañana y por la tarde, en condiciones normales o de emergencia.

- 1) un típico modelo de recorrido de un pasajero será el siguiente. Tras llegar a una de las entradas, el pasajeros procederá hacia el vestíbulo en la zona de no pago para obtener informaciones sobre el viaje y comprar el billete. El pasajero entrará, luego, en la zona de pago con un billete válido a través de una puerta automática y procederá, a través



de un mezanine, hacia el andén para subir al primer tren que viaja hacia el destino elegido. Un viaje desde el andén hacia la entrada será al revés, con la excepción que el billete del pasajero no sea válido, en este caso deberá cambiario con uno válido y pagar un extra en el precio del billete antes de dejar la zona de pago (en el caso que el sistema se base en zonas tarifarias).

- 2) La detallada previsión del número de pasajeros que se ha utilizado en el proyecto de la estación se presenta en las tablas siguientes:



2030

Este/Oeste + South/Nord HPM			
ID	Estacion	Sube	Baja
1	Puerto del Callao	-	897
2	Buenos Aires	-	5.644
3	Juan Pablo II	-	3.883
4	Insurgentes	-	2.424
5	San José	738	9.727
6	Oscar Benavides	27	118
7	San Marcos	183	3.261
8	Elío	199	3.547
9	La Alborada	125	2.057
10	Tingo María	52	521
11	Plaza Murillo	353	1.711
12	Plaza Bolognesi	441	353
13	Estación Central	7.933	23.914
14	Plaza Marco Capac	2.649	529
15	Cangallo	745	749
16	28 de Julio	27.817	5.362
17	Nicolás Ayllón	1.174	476
18	Circunvalación	1.989	462
19	San Juan de Dios	838	365
20	Evitamiento	2.496	221
21	Ovalo Santa Anita	6.064	338
22	Colectora Industrial	2.150	83
23	Los Ingenieros	2.287	752
24	Mercado Santa Anita	490	249
25	Vista Alegre	1.336	-
26	Prolong. Javier Prado	5.800	-
27	Municipalidad de Ate	1.011	-
1	Gambetta	-	719
2	Canta Callao	-	959
3	Bocanegra	-	403
4	Aeropuerto	-	511
5	El Olivar	-	1.368
6	Quilca	-	684
7	Morales Cuarez	-	575
8	Argentina	3.754	5.272

Oeste/Este + Nord/South HPM			
ID	Estacion	Sube	Baja
1	Puerto del Callao	2.883	-
2	Buenos Aires	1.277	-
3	Juan Pablo II	2.361	-
4	Insurgentes	3.504	-
5	San José	11.222	1.863
6	Oscar Benavides	48	4
7	San Marcos	1.133	227
8	Elío	879	292
9	La Alborada	443	206
10	Tingo María	1.132	-
11	Plaza Murillo	1.896	263
12	Plaza Bolognesi	217	367
13	Estación Central	11.138	11.051
14	Plaza Marco Capac	206	1.187
15	Cangallo	160	621
16	28 de Julio	6.145	10.846
17	Nicolás Ayllón	212	384
18	Circunvalación	848	1.098
19	San Juan de Dios	466	516
20	Evitamiento	278	729
21	Ovalo Santa Anita	132	5.122
22	Colectora Industrial	158	962
23	Los Ingenieros	67	2.228
24	Mercado Santa Anita	24	1.487
25	Vista Alegre	-	722
26	Prolong. Javier Prado	-	2.197
27	Municipalidad de Ate	-	1.714
1	Gambetta	2.733	-
2	Canta Callao	3.908	-
3	Bocanegra	652	-
4	Aeropuerto	1.872	-
5	El Olivar	1.032	-
6	Quilca	606	-
7	Morales Cuarez	2.043	-
8	Argentina	2.950	5.998

Este/Oeste + South/Nord HPT			
ID	Estacion	Sube	Baja
1	Puerto del Callao	-	1.618
2	Buenos Aires	-	2.761
3	Juan Pablo II	-	2.708
4	Insurgentes	-	2.605
5	San José	1.235	10.454
6	Oscar Benavides	8	65
7	San Marcos	214	1.724
8	Elío	274	789
9	La Alborada	127	171
10	Tingo María	43	348
11	Plaza Murillo	128	1.088
12	Plaza Bolognesi	544	174
13	Estación Central	9.813	10.956
14	Plaza Marco Capac	752	307
15	Cangallo	538	150
16	28 de Julio	10.559	6.530
17	Nicolás Ayllón	235	225
18	Circunvalación	1.204	537
19	San Juan de Dios	811	300
20	Evitamiento	1.989	435
21	Ovalo Santa Anita	4.517	127
22	Colectora Industrial	1.289	74
23	Los Ingenieros	2.608	38
24	Mercado Santa Anita	651	31
25	Vista Alegre	652	-
26	Prolong. Javier Prado	2.522	-
27	Municipalidad de Ate	2.584	-
1	Gambetta	-	2.095
2	Canta Callao	-	2.625
3	Bocanegra	-	801
4	Aeropuerto	-	1.591
5	El Olivar	-	888
6	Quilca	-	610
7	Morales Cuarez	15	728
8	Argentina	5.405	6.113

Oeste/Este + Nord/South HPT			
ID	Estacion	Sube	Baja
1	Puerto del Callao	1.758	-
2	Buenos Aires	1.003	-
3	Juan Pablo II	4.293	-
4	Insurgentes	854	-
5	San José	9.092	430
6	Oscar Benavides	146	14
7	San Marcos	2.250	93
8	Elío	1.079	107
9	La Alborada	670	86
10	Tingo María	664	-
11	Plaza Murillo	1.666	77
12	Plaza Bolognesi	548	28
13	Estación Central	18.669	7.390
14	Plaza Marco Capac	378	662
15	Cangallo	365	184
16	28 de Julio	1.961	21.413
17	Nicolás Ayllón	207	254
18	Circunvalación	628	1.033
19	San Juan de Dios	289	470
20	Evitamiento	186	765
21	Ovalo Santa Anita	132	5.110
22	Colectora Industrial	157	298
23	Los Ingenieros	257	1.461
24	Mercado Santa Anita	72	627
25	Vista Alegre	-	1.201
26	Prolong. Javier Prado	-	4.298
27	Municipalidad de Ate	-	5.703
1	Gambetta	1.919	-
2	Canta Callao	594	-
3	Bocanegra	610	-
4	Aeropuerto	707	-
5	El Olivar	716	-
6	Quilca	248	-
7	Morales Cuarez	653	-
8	Argentina	4.623	3.141

Tabla 8. Número de pasajeros Subidos y Bajados año 2030 – Hora Punta Mañana y Hora Punta Tarde



Este/Oeste + South/Nord HPM				
ID	Estacion	Sube	Baja	
1	Puerto del Callao	-	897	
2	Buenos Aires	-	7.833	
3	Juan Pablo II	-	3.387	
4	Insurgentes	-	2.840	
5	San José	1.001	12.278	
6	Oscar Benavides	27	260	
7	San Marcos	30	6.908	
8	Elío	91	4.212	
9	La Alborada	35	2.412	
10	Tingo María	52	589	
11	Plaza Murillo	275	1.418	
12	Plaza Bolognesi	300	470	
13	Estación Central	2.640	58.102	
14	Plaza Marco Capar	1.652	451	
15	Cangallo	591	837	
16	28 de Julio	42.410	6.362	
17	Nicolás Ayllón	712	470	
18	Circunvalación	2.566	443	
19	San Juan de Dios	1.058	362	
20	Evitamiento	1.807	80	
21	Ovalito Santa Anita	6.803	341	
22	Colectora Industrial	2.713	138	
23	Los Ingenieros	2.791	242	
24	Merced Santa Anita	828	43	
25	Vista Alegre	1.522	-	
26	Prolong. Javier Prado	5.224	-	
27	Municipalidad de Ate	1.673	-	
LÍNEA 4				
1	Gambetta	-	1.285	
2	Canta Callao	-	1.043	
3	Bosconegra	-	526	
4	Aeropuerto	-	926	
5	El Oliver	-	904	
6	Quilca	-	806	
7	Morales Duarte	-	707	
8	Argentina	4.134	5.272	

Oeste/Este + Nord/South HPM				
ID	Estacion	Sube	Baja	
1	Puerto del Callao	2.314	-	
2	Buenos Aires	1.375	-	
3	Juan Pablo II	2.723	-	
4	Insurgentes	1.800	-	
5	San José	13.162	1.637	
6	Oscar Benavides	21	4	
7	San Marcos	1.330	408	
8	Elío	1.911	267	
9	La Alborada	544	262	
10	Tingo María	1.495	-	
11	Plaza Murillo	2.740	238	
12	Plaza Bolognesi	304	360	
13	Estación Central	9.568	14.393	
14	Plaza Marco Capar	214	928	
15	Cangallo	206	543	
16	28 de Julio	8.738	14.300	
17	Nicolás Ayllón	176	690	
18	Circunvalación	981	1.433	
19	San Juan de Dios	537	505	
20	Evitamiento	168	887	
21	Ovalito Santa Anita	47	7.015	
22	Colectora Industrial	144	1.111	
23	Los Ingenieros	72	2.390	
24	Merced Santa Anita	33	2.206	
25	Vista Alegre	-	742	
26	Prolong. Javier Prado	-	2.222	
27	Municipalidad de Ate	-	1.673	
LÍNEA 4				
1	Gambetta	3.640	-	
2	Canta Callao	3.381	-	
3	Bosconegra	587	-	
4	Aeropuerto	2.311	-	
5	El Oliver	1.406	-	
6	Quilca	808	-	
7	Morales Duarte	2.351	-	
8	Argentina	7.950	7.541	

Este/Oeste + South/Nord HPT				
ID	Estacion	Sube	Baja	
1	Puerto del Callao	-	1.433	
2	Buenos Aires	-	6.926	
3	Juan Pablo II	-	2.238	
4	Insurgentes	-	1.157	
5	San José	1.938	14.780	
6	Oscar Benavides	8	96	
7	San Marcos	218	1.808	
8	Elío	361	2.740	
9	La Alborada	98	423	
10	Tingo María	60	507	
11	Plaza Murillo	173	2.243	
12	Plaza Bolognesi	616	151	
13	Estación Central	11.818	11.986	
14	Plaza Marco Capar	847	129	
15	Cangallo	928	190	
16	28 de Julio	17.400	10.134	
17	Nicolás Ayllón	95	242	
18	Circunvalación	1.579	474	
19	San Juan de Dios	1.088	339	
20	Evitamiento	2.500	206	
21	Ovalito Santa Anita	7.145	104	
22	Colectora Industrial	1.979	39	
23	Los Ingenieros	3.182	1.262	
24	Merced Santa Anita	803	3	
25	Vista Alegre	893	-	
26	Prolong. Javier Prado	1.025	-	
27	Municipalidad de Ate	1.357	-	
LÍNEA 4				
1	Gambetta	-	3.634	
2	Canta Callao	-	4.277	
3	Bosconegra	-	1.420	
4	Aeropuerto	-	3.125	
5	El Oliver	-	1.354	
6	Quilca	-	1.003	
7	Morales Duarte	-	932	
8	Argentina	8.948	6.113	

Oeste/Este + Nord/South HPT				
ID	Estacion	Sube	Baja	
1	Puerto del Callao	3.184	-	
2	Buenos Aires	1.500	-	
3	Juan Pablo II	5.802	-	
4	Insurgentes	1.052	-	
5	San José	12.288	468	
6	Oscar Benavides	748	14	
7	San Marcos	2.913	133	
8	Elío	1.666	89	
9	La Alborada	965	88	
10	Tingo María	940	-	
11	Plaza Murillo	2.335	75	
12	Plaza Bolognesi	626	71	
13	Estación Central	11.549	6.361	
14	Plaza Marco Capar	326	581	
15	Cangallo	610	317	
16	28 de Julio	1.432	33.897	
17	Nicolás Ayllón	261	1.015	
18	Circunvalación	701	1.326	
19	San Juan de Dios	336	544	
20	Evitamiento	119	911	
21	Ovalito Santa Anita	44	5.034	
22	Colectora Industrial	178	906	
23	Los Ingenieros	164	1.759	
24	Merced Santa Anita	97	878	
25	Vista Alegre	-	1.372	
26	Prolong. Javier Prado	-	4.823	
27	Municipalidad de Ate	-	3.816	
LÍNEA 4				
1	Gambetta	1.806	-	
2	Canta Callao	797	-	
3	Bosconegra	738	-	
4	Aeropuerto	1.942	-	
5	El Oliver	762	-	
6	Quilca	343	-	
7	Morales Duarte	1.052	-	
8	Argentina	4.623	4.813	

Tabla 9. Número de pasajeros Subidos y Bajados año 2047 – Hora Punta Mañana y Hora Punta Tarde



3) La estaciones estarán proyectadas para las siguientes previsiones:

- Año 2030
 - Línea 2: con una frecuencia operativa de 130 seg. con tren de 1200 pax (capacidad horaria máxima: 48.000 pax)
 - Línea 4: con una frecuencia operativa de 300 seg. con tren de 1200 pax (capacidad horaria máxima: 12.300 pax)
- Año 2047
 - Línea 2: con una frecuencia operativa alrededor de 81 seg. con tren de 1400 pax (capacidad horaria máxima: 63.000 pax)
 - Línea 4: con una frecuencia operativa alrededor de 240 seg. con tren de 1400 pax (capacidad horaria máxima: 21.000 pax)

Para alcanzar la capacidad del tren de 1400 pax se preve la agregaci3n de un coche más en el año en el que sea necesario, según la tabla siguiente.

AÑO	CARGA MAX (pax)	CAPACIDAD TREN (pax)	FRECUENCIA (min)	FRECUENCIA (sec)
2018	15410	1200	4,67	280
2020	27257	1200	2,64	158
2030	47883	1200	1,50	90
2038	54010	1200	1,33	80
2039	54829	1400	1,53	92
2047	61844	1400	1,36	81

Todos los elementos del diseño de la estación tendrán que satisfacer los flujos de hora punta previstos en los escenarios del estudio de demanda.

- 4) Cada estación se evaluará individualmente y se comprobará que se haya conseguido la máxima capacidad de pasajeros y que exista la posibilidad de instalar los servicios mínimos y más económicos.
- 5) Los componentes del desplazamiento de un pasajero comprenden: escaleras fijas, escaleras mecánicas, ascensores, torniquetes y son necesarios para controlar el pico de tráfico de la calle al andén y viceversa. Estas instalaciones deberán también permitir la evacuación de emergencia de la estación hacia un sitio seguro en un determinado plazo de tiempo límite.
- 6) En las estaciones de intercambio la vía más directa será proporcionada a los pasajeros mediante el movimiento de un andén a otro.

13.3.8.1 Flujo de Pasajeros y Nivel de Servicio



- 1) El flujo de los pasajeros deberá ser orientado para mantenerse siempre a la derecha de los caminos. Los cruces de flujo y cambios de dirección serán minimizados o eliminados. Obstáculos como columnas y barreras serán situadas lejos del principal flujo de pasajeros. Los puntos de acceso entre el mezanine y los andenes serán uniformemente distribuidos a lo largo de los andenes, minimizando la distancia a pie por los pasajeros salientes y facilitando una regular distribución de los pasajeros que esperan en el andén antes de subir al tren.
- 2) Las diferentes proporciones de llegada y salida de pasajeros en las horas punta de las mañanas y de la tarde serán atendidas mediante la inversión de la dirección de las escaleras mecánicas y de los torniquetes.
- 3) Espacios públicos deberán planificarse para proporcionar espacios abiertos, permitiendo la máxima vigilancia. Estrechos callejones, así como callejones sin salida y obstrucciones visuales serán evitadas.
- 4) En el proyecto de las condiciones de flujo en hora punta se debe tener en cuenta, el nivel del servicio para los pasajeros en escaleras, callejones, pasillos, zonas de cola cerca de los tornillos, oficinas de billetes, escaleras mecánicas, ascensores y zonas de cruce de pasajeros.

13.3.8.2 Evacuación de Emergencia de la Zona Pública

Si bien todas las escaleras se pueden usar para una evacuación de emergencia, se indican como escaleras de emergencia a aquellas que figuran en los materiales de construcción resistente al fuego y separados por una puerta anti incendio de las zonas públicas. Es posible que tengan parámetros iguales a las escaleras principales con el mismo marco, proporción y dimensiones, pero deben ser aprobadas por la defensa civil. Estas escaleras deberán estar diseñadas para soportar el tráfico y el deterioro que van de medio a intenso.

Los medios de salida tiene que ser diseñados conformes a lo establecido en la norma NFPA 130 (2010 Edición).

Los trenes que circulen en la línea no afectada no pararán en una estación donde haya una emergencia.

13.3.8.3 Barreras del Vestíbulo

Si la zona de los torniquetes no ocupa el ancho total del vestíbulo, se pondrán barreras que delimiten la zona de pago.

En el caso de que se utilice la barrera y el espacio lo permita, se instalarán al extremo de ésta, puertas de emergencia que se abrirán automáticamente en caso de que sea necesario. Debe garantizarse una apertura mínima de 1200mm y la puerta debe abrirse hacia el exterior respecto a la zona de pago.

13.3.9 Diseño de los andenes

13.3.9.1 General

La longitud del andén será de 135 m y tendrá que alojar por lo menos un tren de 1200 pax con capacidad de 6 pax/m² para la primera etapa, mientras en la segunda etapa será necesario incrementar la capacidad hasta 1400 pax (6 pax/m²). Por lo tanto, ya en la primera etapa la



longitud del andén tendrá que ser dimensionada para alojar trenes de 1400 pasajeros con capacidad interna de 6 pax/m².

El ancho mínimo del andén, medido desde la puerta de andén a cualquier estructura fija adyacente más larga de 3000 mm, debe ser como mínimo de 3000 mm. La mínima distancia entre las puertas de andén y cualquier obstrucción aislada como columnas, deberá ser de 2400mm (una obstrucción aislada no puede ser más larga de 3000 mm). Este espacio libre debe ser respetado por razones de seguridad independientemente de cual sea la carga de los pasajeros. Los extremos de los andenes deberán ser provistos de una puerta de seguridad y tener instalado un adecuado sistema de alarma.

La función del andén es la de recibir a la gente a la espera del tren. Los andenes necesitan tener suficiente capacidad para alojar todos los pasajeros: tanto los que esperan como los que bajan. La conformación del andén tendrá que ser de manera que los pasajeros que suben no obstruyan la ruta peatonal a los que salen del tren o a los que desean caminar a lo largo del andén para subir al tren en la parte final de la plataforma, y para asistir y controlar el flujo de pasajeros que salen y bajan de los trenes.

Además deben tener extintores, mangueras, equipos de comunicación, sistemas de altavoces, señalización de pistas, paneles de señalización e instalaciones de comunicaciones comerciales.

Todos los andenes deberán utilizar las puertas de andén. Las puertas de los andenes se abrirán automáticamente cuando el tren ha alcanzado con total seguridad el punto de parada designado.

Línea táctil de identificación de puertas de andén: una línea táctil será posicionada en el andén en frente de la apertura de las puertas, ascensores y en todos los demás itinerarios públicos, acta a identificar el recorrido de entrada e salida para los discapacitados.

13.3.9.2 Espacios libres o gálibos

La altura mínima del techo sobre el nivel del acabado del piso deberá ser de 3000 mm. Solo en punto de instalación de equipamientos y/o señales podrá bajar hasta 2500 mm, o en obstáculos puntuales cuya largura no sea superior a 2000 mmAsientos

A lo largo de la longitud de cada plataforma deberán existir asientos, lejos del principal flujo de pasajeros. Siempre que sea posible, los asientos deben de tener la zona de abajo despejada para facilitar la limpieza del suelo.

13.3.9.3 Puertas del andén

Las puertas del andén realizan una importante tarea de protección segura y confiable de separación entre las vías y la zona de permanencia de los usuarios.

Las fachadas, realizadas con materiales que garantizan seguridad al pasajero y protección anti incendio en las estaciones profundas, poseen sistemas completamente automatizados para el control de la abertura simultánea de las puertas de la fachada con las del tren.

La fachada de las puertas del andén tendrá también más puertas de seguridad para la evacuación de los pasajeros del tren que no se haya detenido con sus propias puertas en correspondencia a las puertas del andén.

Las puertas corredizas se colocan en el límite externo del andén, de manera que, con el vehículo detenido, quede un espacio mínimo entre éstas y el tren que no permita la permanencia de personas, animales o cosas.



La barrera constituida por las puertas del andén deberá separar totalmente la estación de la vía, aún desde el punto de vista de la circulación del aire. Esto con el fin de la ventilación de la estación y del túnel, así como del manejo de posibles situaciones de incendio de un tren.

En las extremidades del andén, la barrera tendrá puertas de emergencia con barras antipánico para la evacuación del túnel desde los pasillos laterales. Desde el lado interno de la estación, dichas puertas tendrán llave (unificada) para permitir el acceso al túnel (cuando la circulación se detiene) del personal de mantenimiento.

Las ante completas de marcos y vidrios deberán cumplir las normas vigentes. Las mismas estarán sujetas a las pruebas de calificación correspondientes:

- Una prueba de resistencia a los impactos de un cuerpo sólido;
- Una prueba de resistencia a los impactos de un cuerpo blando;
- Una prueba de indestructibilidad del vidrio en caso de movimiento brutal de la puerta;
- Una prueba de flexión mediante aplicación de una presión dinámica de 700 N/m²;
- (Prueba en los dos lados);
- Una prueba mediante la aplicación de una presión de 1000N aplicada a mitad altura de las ante y distribuida a lo largo de su longitud.

Cada fachada deberá ser monitoreada y controlada por un cuadro eléctrico específico ubicado en posición visible en la cabeza de los andenes.

El conjunto de la fachada de las puertas del andén tendrá una idónea certificación de resistencia al incendio.

13.3.10 *Diseño del entrepiso*

13.3.10.1 *General*

El entrepiso debe ser proyectado para gestionar de la mejor manera posible los flujos de los pasajeros que entran y salen de la zona de pago.

Si el entrepiso sirve para conectar dos estaciones intercambio, se deberá tener en cuenta también el flujo de los pasajeros.

13.3.10.2 *Teléfonos públicos*

Se deben tomar disposiciones para teléfonos públicos que serán instalados en la zona de pago de cada estación.

Deben ser instalados lejos de la principal vía de circulación de los pasajeros y distribuidos según el criterio de 1 cada 150 pasajeros por minuto en hora punta, con un mínimo de 2 teléfonos. El Concesionario tiene que colaborar con el operador local de telecomunicaciones y con las disposiciones necesarias para que puedan configurar su red.

13.3.11 *Diseño del vestíbulo*

13.3.11.1 *General*

El vestíbulo debe ser dividido en dos distintas zonas mediante bloques de puertas y barreras de seguridad. La zona de no pago es donde los pasajeros obtienen informaciones sobre el viaje y compran los billetes antes de proceder, a través de los torniquetes, a la adyacente zona de pago; su acceso está situado a nivel de los andenes.

13.3.11.2 *Tamaño del vestíbulo*



El plan por el vestíbulo es principalmente determinado por la localización de las entradas de la estación, los requisitos de la evacuación de emergencia y la posición de los puntos de acceso a los andenes.

Las instalaciones públicas en el vestíbulo deberán ser localizadas en un espacio libre de la vía principal del flujo de pasajeros.

El tamaño del vestíbulo, que será necesario para alojar flujo de pasajeros, cambiará según el número de: zonas de taquillas, zonas de pago y de la manera en la cual se disponen los elementos principales del vestíbulo. Esto depende a su vez de los requisitos para las escaleras fijas y las escaleras mecánicas y de los requisitos para los accesos.

Es necesaria una planificación flexible para proporcionar claras señales visivas de las líneas y puntos para cambios de dirección. Un adecuado espacio para zonas de cola debe ser incluido en el área de taquillas y en las adyacentes máquinas para comprar los billetes. Al final de las escaleras mecánicas, escaleras fijas y ascensores tendrá que haber un suficiente espacio libre.

El piso tiene que ser completamente nivelado y las superficies del suelo deben ser antideslizantes. Deben existir claros carteles que indiquen los puntos para cambios de dirección, destinación y las salidas de emergencia cercanas. El vestíbulo debe de ser adecuadamente iluminado y se deberán proporcionar caminos de guía y táctiles para los discapacitados visuales.

El vestíbulo debe ser diseñado para satisfacer los requisitos de la evacuación de emergencia.

El nivel de servicio para los pasajeros durante la hora punta se mantendrá de tal manera que la ocupación media de la zona de pasajeros no sea inferior a 1.0 metro cuadrado por pasajero.

13.3.11.3 Acceso y Espacio

La zona de no pago debe proporcionar un adecuado espacio para la circulación de los pasajeros y líneas directas de flujo entre las máquinas de billetes y las puertas. El espacio estará destinado a la toma de decisiones de los pasajeros y a la distribución de instalaciones y máquinas expendedoras de billetes.

La zona de pago deberá proporcionar un acceso al mezanine despejado. Cada instalación pública en la zona de pago deberá ser localizada lejos del camino directo hacia ascensores y escaleras.

La zona de pago debe ser separada de la zona de no pago mediante una adecuada balaustrada de barreras o una división de vidrio. Donde necesario la balaustrada deberá contener suficientes salidas de emergencia y dejar el espacio necesario para las instalaciones iniciales y futuras de puertas.

Todos los entresijos deben tener al menos una escalera para los pasajeros extendida hacia el nivel del vestíbulo. Esta escalera debe ser ubicada dentro de la zona de pago al fin de poder ser utilizada cuando una escalera mecánica sea fuera de servicio y durante las emergencias.

Debe ser proporcionada una línea táctil de indicación del recorrido para los discapacitados.

13.3.11.4 Espacios libres o gálibos

En todas las zonas públicas deberá ser adoptada una altura del techo mínima de 3000mm con una altura mínima de 2500mm en la por debajo de los obstáculos locales (no superiores a 2000 mm de longitud), como por ejemplo la señalización. Las instalaciones eléctricas y mecánicas y rutas de servicio deberán estar contenidas por encima de la altura del techo y se deberán tener en cuenta las concesiones por esto servicios.



Una zona preparada del suelo deberá ser proporcionada para contener todos los cables necesarios para el suministro de máquinas expendedoras de billetes, puertas, etc. Las canalizaciones no deberán alterar la superficie del acabado del piso.

13.3.12 *Diseño de los accesos*

13.3.12.1 *General*

Las entradas de la estación proporcionan un enlace entre el vestíbulo de la estación y las calles alrededor; su ubicación debe reflejar la separación entre ambos. Donde sea necesario pueden también entrar en contacto con un intercambio intermodal, que puede incluir traslado en autobuses, taxis, motos y bicicletas.

El diseño de los accesos deberá asegurar de que sean fácilmente identificados como parte de la red de metro.

Si se proporcionan instalaciones comerciales hay que garantizar delante de ellas un amplio espacio de circulación.

Las entradas estarán ubicadas, según lo establecido por la Municipalidad.

Cada estación será accesible a través de al menos dos (2) entradas a nivel de la calle, al menos una por cada lado de la calle. Cada entrada deberá tener por lo menos una escalera mecánica, ascensor y escalera fija. El número, tamaño y ubicación de las entradas para cada estación son indicados en los esquemas de integración urbanas individuales.

Donde la planificación ponga restricciones, pueden ser propuestas soluciones alternativas. Estas soluciones deberán ser aprobadas por el cliente caso por caso.

13.3.12.2 *Requisitos de los accesos*

- 1) La posición de los accesos se determinará por: la ubicación de los edificios, la ubicación de las calles, el ancho de las aceras, la disponibilidad de espacio y la dirección del flujo de tráfico de pasajeros.
- 2) El ancho de los accesos deberá tener en cuenta del flujo de los pasajeros previsto y el espacio disponible. Las entradas de la estación deberán tener una capacidad adecuada para satisfacer el flujo de pasajeros previsto y los requisitos para la evacuación de emergencia.
- 3) Cada entrada debe tener un sistema de cierre de la seguridad de la estación durante las horas de no operatividad y como medio de control de masas. El método más indicado sería un sistema de persianas de accionamiento eléctrico o puertas plegables.

13.3.12.3 *Tsunami*

Lima no presenta situaciones climáticas (lluvia o nieve) tales de requerir necesariamente accesos cubiertos. La única excepción podrá ser constituida por las estaciones que podrían ser afectadas por un riesgo tsunami, por lo tanto todos los accesos deberán ser cerrados en tres lados con la apertura orientada hacia el este (opuesto a la dirección desde la cual podría llegar el Tsunami).

La forma de la estructura deberá ser estudiada de manera tal de minimizar al máximo el impacto con el agua.

Los materiales deberán ser testados para resistir a las fuerzas que podrían presentarse.



El sistema de cierre del acceso podrá ser previsto con puertas estancas de forma de crear un ulterior obstáculo a la infiltración del agua.

13.3.12.4 Acceso área técnica

Se incorpora una entrada adicional para acceso al área técnica por parte de personal externo, debidamente autorizado, y que no forma necesariamente parte del personal del Operador.

13.3.13 Diseño de escalera mecánicas, escaleras fijas y ascensores

13.3.13.1 Escaleras mecánicas

1) Los requerimientos siguientes son dados como objetivos de la planificación:

- Inclinación 30 grados
- Velocidad 0.50m/s - 0.65 m/s, acorde al cálculo de evacuación.
- Capacidad mínima de 100 pax/min por cada escalera
- Ancho del peldaño (min) 1000 mm
- Número de peldaños a nivel abandonando la escalera en sentido de subida:
4 (min)
- Número de peldaños a nivel abandonando la escalera en sentido de bajada:
4 (min)

2) Gálibos

El ancho habitual de las escaleras mecánicas debe ser 1700 mm. Sin embargo los gálibos serán los definidos por el diseño del Concesionario.

Gálibo vertical mínimo: 2000mm

Cuando la escalera mecánica pasa a través de un piso y la distancia horizontal entre el eje del pasamano más cercano y la superficie del forjado es inferior a 550 mm, el límite o borde del forjado debe formar una superficie recta vertical de no menos de 450 mm de altura para evitar cualquier que constituya un obstáculo afilado o peligroso.

13.3.13.2 Escaleras

Estos valores se refieren a todas las escaleras de uso público, incluyendo las escaleras del área técnica. Cada escalera deberá cumplir con las normas locales.

Parámetros de diseño

- Todos los bordes de los peldaños y de los rellanos intermedios deberán tener superficie antideslizante.
- Todas las escaleras deberán tener pasamanos en ambos los lados. Si el ancho excede los 2400mm, se proporcionará también un pasamano central.
- El pasamanos de debe prolongar un mínimo de 600 mm más allá del extremo inferior de la escalera y 300 mm más allá de su extremo superior.
- Escalones por tramo: $3 + 17$



- Medida máxima de contrapasos: 180mm
- Medida mínima de pasos: 300mm por las escalera pública
280mm por las escaleras de emergencia
- Suma de 2 contrapasos + 1 paso: 600mm + 640mm
- Número máximo de pasos entre descansos: 17
- Ancho mínimo de las escaleras: 1800mm (min) para flujo normal de pasajeros
1200mm (min) para escaleras de emergencia
- El aumento de la anchura de las escaleras debe ser gestionada por módulos de 600mm (anchura estándar de una persona)
- Ancho mínimo del descanso: 900mm
- Espacio libre vertical: 2700 mm (min) medidos desde el nivel del suelo
Hasta la superficie de los paneles del techo.
2400 mm (min) medidos desde el nivel del suelo hasta el borde inferior de las señales.

Cualquier cuerpos de escaleras consecutivas, pertenecientes a la misma ruta, deberá tener igual capacidad, al fin de no crear cuellos de botellas.

Cuando una escalera fija está acoplada a una escalera mecánica, el punto de inicio de la escalera mecánica (dicho "start working point") deberá empezar después de la primera contrahuella de la escalera fija, de una medida igual a una huella.

El ancho de la escalera se medirá desde las superficies de acabado de las caras interiores de las balaustradas o de las paredes de la escalera. La única proyección permitida en esta anchura será el pasamano.

No se permitirá la realización de huecos no protegidos.

13.3.13.3 Ascensores

Se recomienda que los ascensores para los pasajeros tengan una capacidad neta mínima de 10 personas.

Los ascensores deberán ser accesibles para los usuarios de movilidad reducida. Deben de ser de tamaño suficiente y permitir movimientos hacia atrás y hacia delante sin ningún impedimento.

Los ascensores deberán cumplir las exigencias legales en materia de diseño de acceso para discapacitados.

Las cabinas de los ascensores y los pozos de ascensor se diseñarán y construirán con objeto de que su interior sea siempre visible durante operación de tal modo que se garantice la seguridad y se prevengan comportamientos vandálicos.

13.3.14 Diseño de pasillos y rampas

13.3.14.1 Pasillos

El ancho de los pasillos en las zonas públicas será determinado por los requisitos de capacidad sujetos a las dimensiones mínimas que figuran a continuación:



– mínimo para flujo unidireccional	1800mm
– mínimo para flujo bidireccional	2400mm
– mínimo para flujo de solo personal	1200mm
– mínimo para pasillo largo más de 30m	3000mm

La altura libre mínima en los pasillos y corredores subterráneos debe ser de 2700 mm desde el acabado del piso hasta el techo o falso techo.

13.3.14.2 Rampas

Las rampas sólo podrán utilizarse para los pequeños cambios de nivel o para el uso de sillas de ruedas.

Parámetros de diseño:

– Ancho libre mínimo para flujo unidireccional	1200mm
– Ancho libre mínimo para flujo bidireccional	1500mm
– Profundidad mínima de descanso	1200mm
– Pendiente máxima en dif. de nivel de hasta 0.25m	12%
– Pendiente máxima en dif. de nivel de 0.26 m hasta 0.75 m	10%
– Pendiente máxima en dif. de nivel de 0.76 m hasta 1.20 m	8%
– Pendiente máxima en dif. de nivel de 1.21 m hasta 1.80 m	6%
– Pendiente máxima en dif. de nivel de 1.81 m hasta 2.00 m	4%
– Diferencias de nivel mayores a 2.00 m	2%

En rampas largas (superiores a 10 m) deben ser proporcionadas plataformas de descanso para los usuarios con movilidad reducida.

Han de ser realizadas plataformas de descanso de 1200mm de largo cada aproximadamente 10m.

13.3.14.3 Pasajes peatonales

Cuando las estaciones son accesibles a los pasajeros mediante pasajes peatonales subterráneos, el ancho de estos pasajes debe de ser suficiente a permitir el libre y no obstruido flujo de pasajeros en situación normal así como en caso de emergencia. El flujo normal de pasajeros ha sido calculado basándose en el flujo de hora punta.

13.3.15 Diseño del acceso para el mantenimiento

Todas las zonas de la estación deben ser accesibles para inspecciones y mantenimiento.

- 1) El tamaño de las puertas y de los accesos deberán tener una altura y anchura suficiente para la instalación /remoción de los equipos dentro de las salas. Los accesos a las alcantarillas tendrán una abertura libre mínima de 750 x 750 mm.
- 2) Los planes de las salas deberán proporcionar un espacio de remoción y un espacio de circulación alrededor del equipo, donde sea conveniente.



- 3) El diseño de zonas para alojar servicios o instalaciones deberá tener en cuenta el futuro mantenimiento o sustitución de los equipos. Siempre que sea posible, no se situarán servicios o instalaciones sobre pozos o aberturas que requieran el uso de equipos especiales para permitir el mantenimiento de aquellos.

13.3.16 Seguridad

El diseño de la estación deberá asegurar un alto nivel de seguridad e incolumidad de los pasajeros y del personal en días normales, en situaciones especiales o en situaciones de emergencia.

El cálculo de la carga de ocupantes de una estación es fundamental para el dimensionamiento preliminar de las principales áreas públicas de las estaciones, de los andenes, de las áreas de control, así como para la determinación de los requerimientos para las fauquillas y para establecer los requerimientos para la evacuación de emergencia.

El diseño de cada estación debe ser chequeado en condiciones normales y de emergencia y ajustado en consecuencia.

13.3.16.1 Concepto de Seguridad

Todos los requerimientos y las características de seguridad deberán formar parte de un concepto moderno de seguridad, que utilizará tecnologías modernas y técnicas de vigilancia.

El sistema de control utiliza software de cámara inteligente para la detección de peligros potenciales y de accidentes, por lo que los datos se registran y archivan para un eventual análisis. También enlazará los equipos de detección de humo y de fuego, de extinción de incendios, los sistemas de ventilación, así como todas las otras instalaciones de seguridad y características de la sala de control de estación, ubicado en nivel del vestíbulo.

Además los sistemas de red son controlados a distancia desde el Centro de Control Integrado.

El diseño de las estaciones debe ser conforme a NFPA 130 2010 Edition.

El diseño de las estaciones deberá incluir lo siguiente:

- medidas de prevención de incendios
- medidas de control de incendios
- sistemas de detección de incendios
- medios de evacuación
- medios de extinción de incendios

Todos los aspectos de la prevención y control estarán sujetos a la aprobación de la autoridad competente.

13.3.16.2 Prevención de incendios

Las medidas de prevención de incendios serán designadas e implementadas para minimizar el riesgo de insurgencia de incendios mediante la justa elección, localización e instalación de materiales y equipos.

Hablando en términos de planificación de la estación, las potenciales fuentes de incendios podrían ser reducidas por:

- El uso de material no inflamable o materiales humo retardantes donde posible



- Diseños que permiten la facilidad de mantenimiento para el equipo y la limpieza de la estación
- Lugares de almacenamiento especiales para los materiales combustibles, tales como pintura y aceite
- Prohibición de instalaciones de gas de cocina en las áreas de personal y áreas comerciales
- Prohibición de fumar
- Provisión de papeleras
- Buen mantenimiento general de orden y limpieza
- Entrenamiento del personal y respecto de los protocolos.

La estrategia de preservación y seguridad contra incendios constituirá la base de cualquier protección contra incendios y sistemas de extinción de incendios y tendrá que actualizarse regularmente. La estrategia de seguridad contra incendios deberá finalizarse antes de la construcción, y formará parte del procedimiento de autorización de construcción.

13.3.16.3 *Vía de evacuación desde las áreas restringidas*

Las áreas restringidas de las estaciones son accesibles solo al personal y normalmente solo en grupos pequeños. Estas áreas deberán ser compartimentadas y completamente protegidas por el sistema de alarma y de detección de incendios.

Las vías de evacuación de las áreas restringidas deberán posiblemente conducir a un punto de seguridad. Si es posible una sola dirección de escape, la distancia de desplazamiento deberá ser inferior a 20 metros; donde la salida es posible en más de una dirección, la distancia de desplazamiento debe ser inferior a 40 m.

Las vías de evacuación de las áreas de maquinaria pueden incluir pozos o escaleras.

13.3.17 *Instalaciones públicas*

13.3.17.1 *Servicios Higiénicos*

En las estaciones deberá haber baños separados para hombres y mujeres. El tamaño y número de los servicios higiénicos será definido según la previsión del número de pasajeros. En las estaciones habrá por lo menos uno (1) baño para las personas discapacitadas que requiere un espacio mínimo que permita el movimiento giratorio de la silla de ruedas. Las instalaciones de los servicios higiénicos para discapacitados deberán satisfacer los requisitos de ley para personas discapacitadas.

Los servicios sanitarios, en general, serán compuestos por:

- Un pasillo para la distribución;
- Un local servicio para hombres;
- Un local servicio para mujeres;
- Un local servicio para discapacitados.

El bloque funcional para los servicios para mujeres y para hombres debe ser articulado en dos zonas que presenten las mismas terminaciones (piso y revestimiento) y los mismos accesorios, un vestíbulo del baño y subdivisiones con inodoros.



El local sanitario para discapacitados con poca capacidad motriz, deberá ser equipado con inodoro tipo asiento con accesorios, lavabo, espejo, pasamanos horizontales y verticales, timbre eléctrico de señalización.

El inodoro deberá ser colocado en la pared opuesta al acceso y su posición deberá garantizar, por el lado izquierdo de quien entra, un espacio adecuado para el acercamiento y la rotación de una silla de ruedas, por el otro lado, una distancia suficiente que permita, a quien usa el inodoro, un fácil agarre del pasamanos ubicado en la pared lateral derecha. Las puertas del local para discapacitados deberán tener una luz mínima de 85 cm y deberá ser de fácil apertura hacia el exterior. Se prevé también la preparación del agua caliente sanitaria con caldera eléctrica por depósito.

13.3.18 Locales técnicos

Locales destinados a la instalación de los equipos de estación (ventilación, máquinas ascensores, contadores distribución agua, recogida y elevación de aguas, central de refrigeración, central anti-incendio, motores escaleras móviles, etc.) y de sistema (Grupo de continuidad, cabinas de transformación, telecomunicaciones, tableros, seccionadores).

La distribución de los locales técnicos debe permitir una fácil introducción y extracción de los materiales y de los equipos.

La ubicación de los locales debe responder a su inserción racional y a la observación de requisitos de norma.

Para los locales no tenidos en cuenta por las normas se hace necesario lograr una tipificación por analogía con locales parecidos.

Las dimensiones de cada local deben ser evaluadas en función del tamaño de los equipos e instalaciones y de los espacios mínimos por lo menos en un costado de los equipos para garantizar un control eficaz, mantenimiento y/o desmontaje de maquinarias.

Se admite la apertura hacia el interior en los casos en los que el local no posea equipos o productos inflamables y presente el acceso directamente desde la zona abierta al público.

Todas las puertas de los locales técnicos deben poseer un dispositivo de cierre automático y estar normalmente cerradas.

Para los locales de uso técnico con un solo acceso, no se permite a través de otro local técnico.

Cada estación debe tener los siguientes locales:

13.3.18.1 Local de control de la estación

Cada estación debe ser supervisada y controlada desde una sala de control situada a nivel del vestíbulo. Debe tener contacto visual directo a la zona de entrada a través de una ventana ahumada o de una ventana de observación con protección antiincendio.

El local de control también funcionará como el centro de comando de los servicios de protección civil en caso de emergencias.

13.3.18.2 Puesto de Policía

En las estaciones designadas, habrá un Puesto de Policía en el nivel de la zona de entrada y a la cual se accede desde la entrada. El puesto de la policía deberá resolver las disputas menores y también servirá como un área de espera para los sospechosos en los casos más graves, a la espera de la llegada de las fuerzas policiales.



13.3.18.3 *Servicios para el personal*

En cada estación habrá servicios separados para hombres y para mujeres a uso exclusivo del personal, ubicados en la propia zona del personal.

13.3.18.4 *Sala de estar*

En cada estación habrá una sala para el personal, para descansar en las pausas o para comer.

13.3.18.5 *Local para el personal y vestuarios*

En cada estación habrá dos (2) vestuarios, uno para hombres y otro para mujeres, cada uno con un vestidor integrado para permitir al personal de cambiarse de ropa.

13.3.18.6 *Almacén*

En cada estación deberá ser proporcionado un local para almacenar materiales como barreras para hacer colas, carteles de seguridad, equipos mecánicos, etc.

13.3.18.7 *Local de limpieza*

Cada estación contará con un local de limpieza para el almacenamiento de productos y equipos de limpieza preferiblemente adyacente a la sala de recogida de basura (ver más abajo)

13.3.18.8 *Local de recogida de la basura*

Al nivel de la zona de entrada habrá un local para almacenar la basura recogida, es preferible que sea adyacente a sala de limpieza en la zona trasera; este local servirá como almacén temporal de la basura que se recoja de las papeleras de la estación.

13.3.19 *Verificación y cálculos*

Como prueba adicional al correcto dimensionamiento de todos los espacios abiertos al público que conforman la estación, deberá realizarse una simulación modelística con el uso del software adecuado para el cálculo de los flujos de pasajeros (tipo Legion). Deberán simularse al menos dos escenarios para cada tipología de estación:

- 1) Situación del flujo normal de pasajeros en la hora punta.
- 2) Situación de emergencia con la evacuación de la estación de acuerdo a los criterios establecidos por la norma NFPA 130.

Como complemento de estas simulaciones deberá realizarse también una simulación CFD (Computational Fluid Dynamics) para confirmar el correcto dimensionamiento de las instalaciones de ventilación de manera que se aseguren los estándares mínimos vitales (temperatura, concentración de CO2 y visibilidad) durante el traslado de los pasajeros a un lugar seguro.

13.4 **Pozos de emergencia y ventilación**

A lo largo del trazado y, por lo menos entre una estación y otra, se dispondrán pozos que harán la doble función de garantizar el acceso a los socorros y garantizar la ventilación a la galería.

Desde el punto de vista de las funcionalidades cumplidas se identifican:



- ventilación de ejercicio y de emergencia en el caso de pozos situados en tramos inter-estación a pendiente única;
- ventilación y recojo de aguas en el caso de inter-estaciones con perfil "a omega" (es decir con un punto mínimo altimétrico);
- acceso separado a la línea como vía de escape y como acceso para socorro en caso de emergencia.

Basándose en las exigencias elucidadas, los pozos deberán tener los siguientes requisitos funcionales:

- en superficie:
 - Rejilla elevada para la introducción y/o extracción del aire en/desde la galería de línea. Se deberán prever soluciones técnicas para evitar que estas sean obstruidas por objetos posicionados de manera provisoria o permanente, como por ejemplo coches aparcados o basura.
 - Acceso reservado a socorro y a la posible salida de personas. Se deberán prever soluciones técnicas para evitar que estas sean obstruidas por objetos posicionados de manera provisoria o permanente, como por ejemplo coches aparcados o basura.
 - Boca de inspección para el pasaje de los materiales.
- en subterráneo:
 - cuarto de ventilación; que contendrá el local ventiladores y silenciadores y el local cuadros eléctricos;
 - pozo con recorrido de escape/acceso de emergencia compartimentado y en sobrepresión.
 - Túnel de conexión con la galería de línea

El Consultor deberá considerar en su proyecto los resguardos necesarios a la altura de los brocales de los Pozos para impedir el ingreso de agua de lluvia durante la construcción y la operación, por inundación de los sectores donde se emplazan las obras, como también las posibles infiltraciones de agua y su canalización en obra.

13.5 Túnel

A lo largo de toda la longitud del túnel deberá proporcionarse una pasarela peatonal a cada lado para permitir la evacuación de seguridad desde un tren parado. La misma pasarela deberá garantizar la viabilidad en toda la galería al personal de mantenimiento.

El pasillo de evacuación tendrá una anchura mínima de 90cm y deberá garantizar además las dimensiones mínimas requerida por la norma NFPA130.

Se evitarán limitaciones locales provocadas por obstáculos en la zona de evacuación. La presencia de obstáculos no reducirá la anchura mínima a menos de 0,7 m y la longitud del obstáculo no superará los 2 m.

Se instalarán pasamanos de aproximadamente 1 m de alto sobre el pasillo que marque una vía hacia una zona segura. Los pasamanos se colocarán fuera de la distancia libre mínima del pasillo requerido y con un ángulo entre 30° y 40° respecto al eje longitudinal del túnel, a la entrada y la salida del obstáculo.



13.6 Tramos especiales para el estacionamiento de trenes

Está prevista la construcción de unos tramos especiales con 3 vías para alojar por lo menos 2 trenes en espera o averiados.

Para el dimensionamiento de la tercera vía se considera el aparcamiento de 2 trenes en el escenario máximo de explotación con 7 coches cada uno y el sistema de cambiavía en ambos sentidos. Estas vías de estacionamiento temporal o para maniobra, se considerarán en recta y con pendiente de 0,15%.

13.7 Talleres y Cocheras

13.7.1 Configuración general

13.7.1.1 Ubicación de las actividades de mantenimiento

Se debe prever, para las líneas, un complejo de mantenimiento de trenes y de infraestructuras que sean necesarias, de acuerdo a los requerimientos siguientes:

Tabla 10. Actividades en Taller

Actividades	
Mantenimiento de trenes – Pequeña revisión	X
Mantenimiento de trenes – Grande revisión	X
Lavado de trenes (interior y exterior)	X
Cocheras para los trenes	X
Mantenimiento de los sistemas e infraestructuras de las líneas	X
Vía de pruebas	X
Administración y servicios	X
Subestación de energía	X
Seguridad del complejo	X

13.7.2 Reglamentación

13.7.2.1 Disposiciones generales

Las obras realizadas deberán cumplir la normativa vigente o ser aprobadas por escrito por los organismos competentes.

El proyecto del centro de mantenimiento deberá, tanto desde el punto de vista arquitectónico como funcional, estar en conformidad con:

- El conjunto de publicaciones de códigos de edificación y/o su transposición en normas;



- Las normas de protección contra incendios;
- La seguridad de los bienes y personas a tenor de las exigencias de la Inspección del trabajo;
- La reglamentación y requisitos técnicos, en especial aquellos relativos al respeto del entorno, tanto a nivel de aislamiento acústico respecto de los ruidos generados por el tráfico, como a nivel de contaminación, estructura de suelos, riesgos sísmicos o solidez de las obras, entre otros;
- El Código del trabajo;
- Las reglas del arte;
- Cualquier otro organismo o norma que tenga relación con lo anterior.

13.7.2.2 Referencias

- A menos que se indique lo contrario en los Documentos del Contrato, la totalidad de las obras arquitectónicas serán construidas cumpliendo con las leyes y los reglamentos del Gobierno del Perú y de Lima.
- Los requisitos de diseño se basarán en la mejor información sobre el número de personal empleado en relación a la flota de trenes disponibles en el momento del diseño.
- A menos que se indique lo contrario en los Documentos del Contrato, los requisitos de diseño relacionados con la seguridad contra incendios y evacuación deberán estar de acuerdo con la norma NFPA 130 Standard for Fixed Guideway Transit Systems, 2010 Edition.
- A menos que se indique lo contrario en los Documentos del Contrato, los requisitos de diseño relacionados con el diseño funcional, deberán estar de acuerdo con:
 - Decreto Supremo n°039-2010-MTC
 - TCRP REPORT 100 - Transit Capacity and Quality of Service – manual, 2nd Edition, 2003
 - REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, junio 2006
- Cuando dos o más códigos se refieran al mismo tema o se generen conflictos entre códigos y normas, siempre se deberá aplicar la norma, código o requisito más restrictivo.
Todas las normas, códigos y requisitos mencionados a continuación y en otras partes de este documento, deberán seguirse de acuerdo a la edición más reciente.

13.7.2.3 Accesibilidad del personal con movilidad reducida

A tenor de la normativa vigente, los complejos de talleres y cocheras deberán ser diseñados considerando el personal con discapacidad.

Se considera accesos para personas con movilidad reducida para acceder al edificio administrativo y servicios. En caso de edificio de más de una planta, se considera ascensores.

13.7.2.4 Impacto Ambiental

El diseño de los talleres deberá dar cumplimiento a la legislación vigente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.



Para dar cumplimiento a lo anterior, se requiere modelar cada una de las actividades que se realizarán en los talleres, con especial énfasis en el impacto acústico que generará la etapa de operación.

Desde el punto de vista del receptor, cada taller de mantenimiento es considerado como una fuente emisora de ruido fija. Sin perjuicio de ello, en su interior se puedan realizar diferentes actividades que pueden ser catalogadas como fuentes fijas o como fuentes móviles al momento de operar.

Las principales fuentes fijas presentes en talleres deberán ser diseñadas con sistemas de insonorización acústica y ser de última generación (con los menores niveles de emisión acústica), de manera que garantice que la sumatoria de fuentes fijas que operan en talleres no incrementará el nivel de presión sonora sobre el máximo permitido.

- Salas de bombas, en general es un recinto aislado que utiliza un compresor que distribuye el agua en toda la extensión del taller.
- Nave de lavado de trenes, instalación provista de aspersores de agua y rodillos que realizan la limpieza de la carrocería externa de los coches. Por tratarse de un recinto abierto, el ruido provocado por esta instalación es irradiado en todas las direcciones.
- Grupo electrógeno, al igual que la sala de bombas, es utilizado cuando se corta la energía eléctrica o cuando existe algún tipo de emergencia en talleres.

Las fuentes móviles que circulan en talleres, se refieren fundamentalmente al material rodante y la maquinaria de mantención, que circula en vías y pistas de prueba:

- Vías a cocheras, tránsito de trenes en las pistas que cruzan desde el túnel a las cocheras o bien desde talleres a pistas de servicio. En estas actividades, predomina el efecto acústico denominado "chirrido de curva", originado en la interfaz rueda-riel.
- Pista de pruebas, pista longitudinal donde los trenes ejecutan maniobras de aceleración, tránsito y frenado, luego de realizados los procedimientos de mantenimiento preventivo y/o reparación de desperfectos. En esta actividad, predominan los efectos acústicos provocados por la acción del motor durante la aceleración y la interfaz rueda-riel, durante el frenado, sin mayor influencia de la interacción aerodinámica. En ocasiones, se puede presentar el efecto acústico denominado "chirrido de curva", originado en la interfaz rueda-riel.
- Circulación maquinaria de vías, circulación de tractor ferroviario, utilizado para el remolque de carros y otros materiales al interior del recinto. En general con motor diesel. El mayor impacto acústico actualmente corresponde al motor.

También se deben considerar medidas de diseño a nivel de vías para reducir el impacto acústico por circulación de trenes y maquinaria, o de insonorización de maquinaria o maquinaria de última generación.

En las superficies a intervenir se deberá priorizar el manejo de aguas de lluvias, diseñando medidas complementarias de acuerdo a lo indicado en la legislación vigente.

13.7.3 Factores de diseño

En términos generales, el diseño de los edificios deberá seguir un enfoque que priorice la facilidad de mantenimiento y la ergonomía. La calidad de los equipamientos y materiales escogidos siempre deberá facilitar el trabajo de las entidades encargadas de la explotación y



del mantenimiento. Por otra parte y a tenor de la reglamentación vigente, los materiales empleados deben tener propiedades hipoalergénicas y antihongos.

13.7.3.1 *Orientación Energética y Medioambiental*

Se le prestará atención, tal como lo estipula la reglamentación vigente en Perú:

- a la eficiencia energética en la construcción de oficinas, talleres y locales técnicos;
- al tratamiento de aguas servidas y la recuperación de agua de lluvia;
- al almacenamiento de los desechos, así como a la inserción del proyecto en el medioambiente y el paisaje.

En términos de paisajismo, se optará por flora:

- adecuada para el clima de Lima;
- no invasiva;
- no alérgica;
- que requiera poco mantenimiento y bajo consumo de agua.

13.7.3.2 *Organización General y Reglas de Diseño*

Se procurará optar por un diseño que permita la compacidad de cada sector de mantenimiento y la cercanía geográfica de las distintas funciones de mantenimiento.

La disposición de los elementos internos de los edificios deberá favorecer la transparencia entre las diferentes funciones.

Se diseñarán divisiones entre los espacios que favorezcan posibles transformaciones y evoluciones futuras.

La estructura de los edificios de los talleres deberá incluir la menor cantidad posible de vigas estructurales para así facilitar la circulación de materiales y personas. Sin perjuicio de lo anterior, el diseño de la estructura de los edificios debe limitar los costos de inversión y requerir poco mantenimiento.

Por último, se deberá privilegiar la iluminación natural.

13.7.3.3 *Organización de las cocheras y de los edificios*

El Patio-taller debe ser diseñado y dimensionado para el correcto funcionamiento y el mantenimiento del sistema de transporte.

Las disposiciones relativas al diseño y la ejecución de las obras están sujetas a los criterios señalados en el cumplimiento del contrato de la línea, excepto como se expresa directamente en estas especificaciones de rendimiento.

Estas funciones y otras relacionadas con los requisitos operativos del ferrocarril, serán facilitadas por una amplia gama de equipos, máquinas e instalaciones que se alojarán en áreas específicas del patio.

El diseño del patio-taller deberá responder y ser determinado por los siguientes factores:

- requisitos de funcionalidad aplicados en la zona de trabajo;
- requisitos de conectividad intermodal para el personal;



- requisitos relativos a tráfico y peatones (proveedores externos y personal interno);
- requisitos estructurales;
- requisitos relativos al número de personal previsto;
- requisitos de accesibilidad para personal discapacitado;
- interrelación con proyectos propuestos y potencialmente desarrollables en el futuro;
- estudios medioambientales;
- edificabilidad y alteraciones debidas a la construcción;
- flexibilidad en el diseño para permitir responder a los condicionantes específicos de cada ubicación;
- mantenimiento y accesibilidad a los equipos, máquinas e instalaciones;

Conectividad entre los tipos de transporte

Los patios deberán ser un punto de intercambio conveniente para el personal que llega a pie o en coche, autobús o cualquier otro medio de transporte.

13.7.4 Objetivos de diseño

Los proyectos de los patios-talleres deberán tener en consideración los siguientes objetivos:

- impacto del diseño urbano (incluyendo las propiedades adyacentes);
- una imagen empresarial característica;
- provisión de conexiones a otros sistemas de transporte;
- facilidad de acceso también para los vehículos pesados de goma;
- provisión de instalaciones de aparcamiento para el personal e invitados;
- provisión de conexión con las carreteras adyacentes;
- preservar a los peatones y a las propiedades adyacentes, del ruido y de la contaminación;
- seguridad del tráfico en las carreteras;
- seguridad del personal;
- servicios para el personal.

13.7.5 Criterios de diseño

Son los criterios que deben adoptarse en la planificación y diseño de los patios de metro con el fin de garantizar la coherencia entre el diseño, la forma y la identidad de todo el sistema. Se pretende también que exista una coherencia entre procedimientos de construcción, condiciones de trabajo y la movilidad del personal empleado, operación y mantenimiento en todo el sistema.

Los patios-talleres se han situado en relación a la posición relativa a la línea, la disponibilidad de superficie y la facilidad de acceso por el personal y los proveedores.



13.7.6 Criterios Base

El criterio esencial en el diseño satisfactorio de un patio-taller es la provisión de un espacio adecuado para funciones que se llevan a cabo en su interior.

El Proyecto debe tener en cuenta que:

- la estructura tendrá que estar preparada para aceptar el material rodante de toda la línea;
- el tren estará estacionado en el almacén automáticamente para ambos días de inicio y de cierre de servicio durante las horas fuera de servicio.
- dentro de los talleres se realizan principalmente trabajos de reparación, mantenimiento y conservación;
- para todas las actividades relacionadas al patio, sin embargo, las prioridades son la seguridad, la eficiencia y el costo de las operaciones que tienen lugar en el patio.

Las siguientes indicaciones no agotan el tema respecto a su organización general, sino que deben entenderse como los requisitos mínimos para el desarrollo del diseño.

El depósito-taller debe permitir en general:

- las revisiones generales del material rodante;
- el mantenimiento corriente del material rodante;
- el almacenamiento de los trenes;
- el almacenamiento y mantenimiento de los medios de trabajo para la línea;
- la limpieza automática de los trenes;
- la prueba del material rodante (sistemas de automatización y comunicación, frenos).

Este, además, debe prever en su interior:

- Puesto Central de Supervisión y de las oficinas anexadas cuya organización es funcional a la coordinación de todos los procesos de gestión del servicio de transporte;
- talleres, laboratorios, depósitos y oficinas para el mantenimiento de la línea y de la estación;
- depósito de repuestos para el mantenimiento del material rodante;
- áreas al aire libre para el almacenamiento de materiales;
- áreas al aire libre para el estacionamiento de vehículos;
- zona de abastecimiento de arena;
- bodega de lubricantes y solvente;
- almacenamiento de residuos;
- estación de servicio (distribución de gasolina y diésel);
- Subestación Eléctrica Rectificadora (SER) para la Tracción eléctrica;
- Subestación (SE) para la alimentación del depósito;



- Sistema de Bombeo y Contra incendios;
- Central de aire comprimido;
- planta de tratamiento de las aguas industriales;
- administración;
- formación del personal;
- comedor colectivo;
- primeros auxilios;
- locales para el personal;
- paso inferior peatonal;
- galería o ducto de servicio técnico;
- plataformas de los trenes;
- área para lavado automático de los trenes;
- vías y cambiavías funcionales para la operación de trenes;
- viabilidad interna para la circulación de los vehículos de servicio;
- viabilidad interna para la circulación peatonal del personal;
- aparcamiento al aire libre para los huéspedes y el personal;
- área verde.
- Otras áreas

Tomando en cuenta la conducción automática del Sistema, en el depósito deberán ser definidas las zonas donde se prevé el desplazamiento automático de los trenes, y las zonas para conducción manual. El pasaje desde una de estas zonas hasta la otra, debe ser realizado en una o más zonas especialmente equipadas para tal fin, con los necesarios equipamientos y procedimientos de seguridad.

Dentro de las áreas de trabajo (taller, etc.) deben evitarse sistemas de alimentación de los trenes que puedan causar riesgos de electrocución. Por tanto, se deberán prever los medios o equipamientos adecuados para el desplazamiento interno de vehículos.

El taller debe ser dotado de todos los equipos necesarios para el mantenimiento, incluso el extraordinario, de material rodante, (por ejemplo: grúa).

En posición de estacionamiento, adyacente a la plataforma, se debe prever una zona con los instrumentos y equipamientos apropiados, para la limpieza del interior de los vehículos.

La pista de prueba del material rodante debe permitir la verificación de todas las funciones del mismo. Por tanto debe estar equipada como un tramo de la línea. Además de las instalaciones del sistema mencionadas y aquí resumidas, debido a los aspectos del desplazamiento del material rodante (conducción automática y alimentación de tracción), la instalación del depósito se caracteriza por un equipamiento clasificable de tipo industrial y que se articula en un conjunto de instalaciones eléctricas, mecánicas y especiales que se ilustran a continuación.

A los efectos de admisión y el mantenimiento del material rodante de las líneas 2 y 4 se ha previsto proveer la instalación de dos depósitos-Taller, sin embargo en el caso de la Línea 2, será el futuro Concesionario quien determine bajo su esquema de funcionamiento la factibilidad de implementar un Patio de maniobras adicional al contemplado.



13.7.7 Organización de las cocheras y de los edificios

13.7.7.1 Aspectos Generales

El área es en una zona plana, para mejorar la funcionalidad de la estructura de depósito.

Las rampas de acceso a los talleres y a la zona de estacionamiento de los trenes, además de las áreas donde se ubicarán los rieles, serán realizadas con materiales mixto drenante del tipo previsto por la normativa vigente en ámbito de obras férreas.

La red de comunicación vial deberá permitir un acceso vehicular, también para medios pesados, a los diferentes sectores del patio, adoptando perfiles y secciones de vía idóneos para esta finalidad. El trazado de los caminos de acceso deberá además reducir al mínimo las interferencias con el trazado de la línea y favorecer el acceso del personal de mantenimiento.

La circulación vial, de acuerdo a la normativa vigente, deberá ser segura y garantizar fluidez del tráfico; las áreas de parqueadero serán ubicadas estratégicamente para permitir un cómodo acceso a los sectores donde se ubicarán oficinas y las demás áreas para el personal; serán dotados de señalización horizontal y vertical, dispositivos contra incendio y sistema de drenaje con recuperación de las aguas de lluvia.

La red de circulación peatonal deberá permitir el acceso desde el exterior y la circulación al interior del patio, conectando las principales áreas de trabajo.

Amplias zonas serán destinadas a la vegetación, en particular en proximidad del perímetro de la cerca del depósito y en las áreas interpuestas entre la línea y la red de circulación vial. Las áreas verdes serán por lo demás llanas para no obstaculizar el control visual de las zonas de circulación de los trenes.

La distribución planimétrica de los edificios técnicos, todos superficiales aparte de los ductos de cables, los pasos subterráneos o las fosas para inspección, está vinculada básicamente a la presencia de la red de rieles y a la relación funcional entre los mismos..

13.7.8 Locales Estándar

El complejo comprenderá los siguientes locales estándar:

- Sanitarios;
- Camarines;
- Zonas de descanso;
- Oficinas;
- Salas de reuniones;
- Local de reproducción.

13.7.8.1 Sanitarios

Cada sanitario debe incluir un WC, un urinario y un lavamanos doble con agua caliente y monomando.

Se debe prever dos tipos de sanitarios:

- los sanitarios secundarios, de una superficie menor y ubicados cerca de las zonas de talleres u oficinas;
- los sanitarios principales, dimensionados para la totalidad del personal.



Cada uno de los sanitarios instalados para el personal del complejo tendrá agua caliente. Es necesario prever instalaciones para hombres y otras para mujeres.

Se deberá privilegiar la instalación de artefactos que propicien la eficiencia hídrica, como WC con doble descarga, urinarios secos, aireadores, entre otros.

13.7.8.2 *Camarines*

En los camarines se instalarán casilleros bajo llave, y duchas.

Estos camarines colectivos serán destinados al personal, por edificio y por tipo de actividad.

También es necesario prever instalaciones para hombres y otras para mujeres.

13.7.8.3 *Zona de descanso*

Se instalarán zonas de descanso en cada edificio (una por piso), las que contarán con dispensadores automáticos de bebidas y golosinas.

13.7.8.4 *Zona de oficinas*

Como complemento de los equipos de corriente fuerte o baja, se debe prever, para cada puesto de trabajo, el mobiliario descrito a continuación:

- un escritorio;
- dos sillas;
- un armario.

13.7.8.5 *Salas de reuniones*

Estas salas incluirán: una mesa amplia, sillas, un proyector, tres conexiones de red, diez enchufes de oficina y un sistema de video conferencia.

13.7.8.6 *Local de reproducción*

Este local contendrá armarios para guardar material y fotocopiadoras/impresoras. También requiere cuatro enchufes y cuatro conexiones de red.

13.7.8.7 *Cocheras*

En la zona de las cocheras, los trenes se desplazarán en forma automática. Sin perjuicio de lo anterior, habrá que prever un recorrido peatonal entre los trenes (uno cada dos trenes) para la intervención del personal (por ejemplo para la limpieza en el tren o en caso de para de un tren), un espacio mínimo de 0,70 m deberá ser respetado entre el gálibo límite de obstáculo de dos trenes o entre el gálibo límite y un obstáculo fijo.

A lo largo de la vía, se requiere:

- un espacio mínimo de 10 m entre dos emplazamientos de trenes en una misma vía;
- un espacio de 5 m entre el tren y la topadera;
- un espacio de 4 m entre el tren y el ingreso al edificio.

Según el tipo de vías férreas y el revestimiento por el que se haya optado, se deberán diseñar en consecuencia todos los drenajes estructurales o de superficie necesarios.



13.7.8.8 Área central de mantenimiento con vía dedicada

Las funciones del patio, además de las normales funciones de estacionamiento para los trenes, conciernen básicamente a:

- Actividad de reparación y revisión.
- Actividad de mantenimiento.

Las funciones principales del equipo de reparación y revisión se refieren a:

- Revisiones puntuales
- Revisiones globales
- Reparaciones de una cierta entidad de las cajas y de los equipos

Las operaciones más importantes en relación a la revisión puntual de los componentes, se refieren a:

- Caja: reparación del mobiliario, ventanillas, puertas, eventuales ajustes a la pintura.
- Bogies: eventual sustitución de los motores de tracción, control del sistema de frenado, conexiones mecánicas, cilindros del freno y recuperador, discos con eventual sustitución de los componentes desgastados (cojinetes, pivotes, placas, elementos elásticos, etc.); control de los órganos de rodadura; limpieza y lubricación.
- Equipos eléctricos: desmontaje de algunos aparatos para revisión del componente.
- Control de cableado AT y BT, pruebas de aislamiento, limpieza de fondo de los tableros.
- Equipos electrónicos: desmontaje de los módulos de potencia para limpieza y control visual e instrumental de los componentes; control del cableado interno de los módulos (cajones) y de las conexiones de estos con los tableros; limpieza de fondo de los tableros.
- Motores de tracción: limpieza de fondo; control del estado de los cables y de los conductores; pruebas de rotación y control de los cojinetes; lubricación.
- Sistema de aire comprimido y freno neumático: sustitución de los aparatos con otros ya sometidos a revisión previa; pruebas funcionales y de estanquidad.

Las operaciones más importantes de la revisión global para componentes se refieren a:

- Caja: pequeñas reparaciones de la carrocería, revisión del mobiliario, ventanillas, puertas, ect; pintado de piezas metálicas a vista en las zonas de los pasajeros y en las cabinas de conducción; repaso de la pintura externa; limpieza de fondo.
- Bogies: sustitución de los motores de tracción, de los órganos de transmisión y de los ejes; limpieza de fondo; desmontaje del travesaño basculante; control de los elementos que componen la suspensión neumática; control y eventual sustitución de los elementos estáticos de amortiguamiento; control visual de



la integridad del bogie; revisión del sistema de frenado; pruebas.

- Equipos eléctricos: sustitución de todos los aparatos con otros ya sometidos a revisión previa; control y pequeñas reparaciones de los cableados AT y BT; pruebas de aislamiento; limpieza de fondo de cajones y tableros.
- Equipos electrónicos: se consideran las mismas intervenciones a nivel de revisión puntual, con eventual sustitución de algunos módulos de potencia y de mando; controles y pequeñas reparaciones de los cableados AT y BT; pruebas de aislamiento;
- Motores de tracción: revisión completa de los componentes.
- Sistema de aire comprimido y freno neumático: se consideran las mismas intervenciones a nivel de revisión puntual, y pequeñas reparaciones de tuberías, aboquillados y conexiones, del sistema neumático.

En la sección de revisiones deberán además realizarse las reparaciones de las fallas o averías o el realce de las cajas, además de las reparaciones por accidentes (impactos, incendios, etc.) que no necesiten de una reconstrucción completa de componentes del convoy.

Se destacan las siguientes secciones o talleres:

- Sección de los bogies: ubicado en una posición baricéntrica respecto a las secciones donde se realizarán las revisiones de los principales componentes de los bogies (ejes, motores, freno mecánico, etc.), donde se realiza el desmontaje y el re-ensamblaje de los bogies sobre dos rieles, ambos dotados de una fosa central; el movimiento de las piezas se realiza mediante un puente grúa, cuya capacidad mínima debe ser equivalente al peso del bogie con todos los componentes instalados.
- Sección ejes y reductores: zona destinada predominantemente a los equipos y aparatos necesarios para la revisión del ciclo completo, de ejes y reductores, con sub-zonas equipadas para trabajos de soldadura y con un riel al nivel, usado durante las varias fases de trabajo y para almacenar los ejes revisados o a revisarse; para el movimiento de las piezas se utilizará un puente grúa.
- Sección de trabajos mecánicos y herramientas: donde se realizan tratamientos mecánicos para la revisión de los componentes (acopladores automáticos, pantógrafos, componentes del freno mecánico, palancas, etc.) y tratamientos de ajuste y regulación; para el movimiento de las piezas se utilizará un puente grúa.
- Sección de máquinas rotativas: zona utilizada para la revisión de los motores de tracción, de los motocompresores y de los ventiladores con equipos aptos a realizar ensayos de aislamiento, rotación (motores de tracción), de funcionamiento y volumétricas (motocompresores); para el movimiento de las piezas, y en particular para el desmontaje de los motores de tracción, se utilizará un puente grúa, en común con el taller de matrices y mobiliario de las cajas.
- Sección equipamientos eléctricos-electrónicos y neumáticos: zonas utilizadas para la revisión de los equipamientos neumáticos, electromecánicos y diagnóstico.

Las principales funciones de los sistemas de mantenimiento son:

- Inspecciones y verificaciones del material rodante
- Inspección del techo
- Inspección exterior
- Inspección interior



- Inspección de la zona por debajo de la caja
- Pruebas dinámicas
- Pruebas funcionales
- Verificación de los niveles de uso de los materiales
- Mantenimiento programado del material rodante, subdividido en diferentes niveles de intervención, según el plan de mantenimiento del material y del recorrido promedio.
- Reperfilación de las ruedas.
- Mantenimiento no programado del material rodante, causado por mal funcionamiento y/o imprevistos de otra naturaleza.
- Fallas que lleven al retiro inmediato del equipo del servicio.
- Fallas que no lleven al retiro inmediato del equipo del servicio.
- Limpieza del material rodante.
- Lavado al exterior del tren.
- Limpieza de los interiores del tren.
- Limpieza de la zona por debajo de la caja.
- Eliminación de grafitos (interior y exterior)

El área funcional del taller de mantenimiento incluye rieles de adecuada longitud para poder intervenir sobre el convoy, dispuestos en manera racional para agrupar las actividades por tipología y/o acceso a los tres niveles principales del tren: techo, caja y sub-caja. Las distancias de los ejes entre rieles aseguran capacidad de movimiento segura y funcional.

- Diferentes rieles deberán ser previstos para uso general durante las intervenciones de mantenimiento ordinarias, sea a nivel o sobre apoyos sobreelevados. Estos rieles sirven respectivamente para efectuar trabajos al interior del vehículo y al nivel de la fosa, logrando condiciones de seguridad y fácil acceso en los sectores por debajo de los trenes.
- Los rieles del taller tendrán la línea de contacto oportunamente seleccionada, con las disposiciones necesarias para garantizar la seguridad del personal respecto a riesgos de tipo eléctrico.

Los rieles dedicados a las intervenciones de mantenimiento ordinario pesado, sirven para:

- Reperfilar las ruedas
- Levantar los trenes con la finalidad de substituir los bogies, utilizando dos vías adyacentes para posicionar correctamente los bogies a sustituirse y/o ya substituidos.

Estos rieles no tendrán línea de contacto y serán equipados con un puente grúa, de capacidad y características adecuadas.

Otros dos rieles de apoyo sobreelevados mediante la línea de contacto serán dedicados al mantenimiento de la zona del techo del tren, y estarán equipados con un segundo puente grúa de capacidad menor, posicionado por debajo de la línea de contacto. Considerando la posibilidad de acceso por debajo, es posible realizar la inspección de la sub-caja.

Estas adecuaciones serán realizadas con un marco metálico fijo y una plataforma basculante cuando sea necesario, para permitir el calado de la pieza removida.

Para permitir al operador llegar al nivel superior del techo de los trenes con completa seguridad, estas operaciones serán equipadas de sistemas anti-caída y anti-electrocución.



Los andenes adyacentes a las vías sobre los apoyos serán oportunamente protegidos contra caídas accidentales, mediante barreras de seguridad fijas y/o móviles.

El acceso al sector del techo y el uso del puente grúa están permitidos a condición de corte de la corriente de la línea de contacto, el cual deberá realizarse según una oportuna secuencia de maniobras, vinculadas entre ellas y a prueba de error humano.

13.7.8.9 Áreas dedicadas al mantenimiento de los componentes completos desinstalados

El complejo funcional del taller de mantenimiento consta de diferentes locales operativos, tecnológico y oficinas, ubicados en un edificio en la proximidad, los cuales incluyen:

- Bodega
- Local para cargar las baterías.
- Local de mantenimiento de las baterías.
- Local de mantenimiento de los sistemas eléctricos.
- Local de mantenimiento de los sistemas electrónicos.
- Local de mantenimiento de los sistemas neumáticos.
- Local para soldaduras.
- Local para pintura.
- Taller mecánico.
- Oficina para jefes obradores.
- Oficina para jefes de repartos.
- Almacén central.

En estos locales se realizarán todas las actividades operativas restantes, además de las actividades administrativas y gerenciales inherentes al mantenimiento.

Las áreas funcionales del patio de maniobra constan de:

- áreas para estacionamiento de vehículos para el alojamiento del material rodante auxiliardurante las horas de servicio de la línea y durante las horas en las cuales la línea se encuentra paralizada (horas nocturnas).
- áreas para el lavado de los trenes, a realizarse con un sistema automático dotado de sistema de recuperación y tratamiento de las aguas utilizadas.
- Zona para el almacenamiento de materiales inflamables, arena y minerales.
- Zona utilizada para distribuir el carburante.
- Zona para almacenar el material férreo, próxima al edificio de recuperación y mantenimiento de los convoyes de servicio.
- Zona para depositar materiales a cielo abierto, próxima al almacén principal.
- Unos rieles de prueba, equipados con cabinas para ensayar el sistema de automatización, paralelo y externo a las vías de entrada y salida desde el depósito, para las pruebas dinámicas de los trenes.
- Cabinas tecnológicas, que comprenden:

- Subestación Eléctrica Rectificadora (SER) para la Tracción eléctrica;



- Subestación (SE) para la alimentación del depósito;
 - Sistema de Bombeo y Contra incendios;
 - Central de aire comprimido;
- Área de recepción a la entrada del Patio.
 - Un paso subterráneo utilizado como salida de emergencia, posicionado por debajo de la fosa del taller de mantenimiento ordinario.
 - Una galería técnica de servicio, próxima a los locales técnicos y a los talleres.
 - Un paso subterráneo que permita movilizarse en la zona de los talleres sin interferir con las vías férreas.

13.7.9 Oficinas y otras áreas dedicadas al personal del Patio encargado del mantenimiento de los trenes, de la administración y de la gerencia y control

El edificio de las oficinas, guardarropa y comedor, contiene locales de servicio y apoyo del personal operativo y de la administración; se destacan las siguientes funciones/servicios:

- Cocina.
- Comedor.
- Enfermería.
- Locales para el personal que trabaja en turnos.
- Salones para la instrucción del personal.
- Oficinas de la gerencia y de la administración.
- Locales auxiliares y de servicio.

El edificio del Directorio Central de Operaciones contiene locales para la gerencia, supervisión y control de toda la línea.

13.7.10 Sistema viario de acceso

Deberán realizarse las necesarias diligencias para responder a las solicitudes que se formularán durante el Servicio y en la aprobación del Diseño Definitivo, además de considerar todas las normas vigentes en relación a la tutela del Medio Ambiente y a la inserción de una obra tan impactante como el Patio y sus obras auxiliares en el contexto urbano actual y futuro (red de comunicación, edificios limítrofes, etc.).

13.7.10.1 Ingreso y circulación de los trenes

La circulación de los trenes puede dividirse en dos zonas distintas: la zona UTO y la zona de conducción manual. La zona UTO es la zona en la que los trenes son maniobrados en forma automática, sin la presencia de conductores. Con el fin de garantizar la seguridad de las personas, esta zona debe ser cerrada y de ingreso prohibido para el personal (excepto para tareas de mantenimiento, siguiendo procedimientos específicos).

La circulación de los trenes deberá ser conforme a las características del material rodante y permanecer despejada de cualquier obstáculo.

Dichas circulaciones serán alimentadas por corriente de tracción de 1500 V y deberán ser conforme a las reglas de seguridad sobre riesgos eléctricos.

Al final de las vías sin salida se instalará un dispositivo de detención de trenes.



La circulación de trenes podrá cruzarse en distintos niveles con la circulación de automóviles o de peatones. Estas zonas deberán contar con protección y señalización especial.

13.7.10.2 Ingreso vehicular y circulaciones

Se instalarán en el terreno disponible las infraestructuras que permitan el ingreso, la circulación y el estacionamiento de la totalidad de los vehículos que puedan ingresar al complejo. También es necesario privilegiar los recorridos más seguros y simples (vehículos privados, vehículos utilitarios de reparto, de rescate o de aseo, etc.).

El trazado de la circulación vehicular deberá respetar las reglas específicas de seguridad necesarias para la circulación de los vehículos de reparto y de rescate.

El ingreso del personal de bomberos deberá ser diseñado de manera que pueda intervenir fácilmente en cualquier punto del complejo.

Los estacionamientos deberán ser numerados y marcados en el suelo.

Las vías de circulación tendrán un ancho mínimo de 7.20 m para los automóviles y camiones y 2,5 m para los carros montacargas.

Se recomienda prever 30 m de ancho para que cualquier tipo de camión (semirremolque, camión recto + remolque, camión de bomberos) pueda dar media vuelta. También, conviene prever un radio de 13,5 m en el eje de la calzada.

La circulación tendrá una pendiente máxima de 5 % para evitar caídas y accidentes.

13.7.10.3 Ingreso y circulación de peatones

Prever circulación peatonal de un ancho mínimo de 1,80 m, salvo en casos particulares.

Los caminos peatonales exteriores en la playa de vías deberán ser completamente iluminados para así evitar cualquier zona de penumbra.

Los cruces entre distintos modos de circulación deberán estar indicados e identificados con una señalización especial.

Las puertas para peatones también deben estar señaladas de manera muy visible y permanecer constantemente despejadas.

Las paredes transparentes o translúcidas deben llevar marcas a la altura de los ojos. Dentro del complejo, las comunicaciones (puertas, pasillos, circulaciones, rampas) deben estar ubicadas de manera que permitan evacuar rápidamente a todas las personas presentes en las máximas condiciones de seguridad; siempre deben estar despejadas (ningún objeto, material o artículo debe obstaculizar la circulación de las personas o reducir el ancho de las comunicaciones), y deben cumplir con la normativa vigente en materia de evacuación.

13.7.11 Drenaje

13.7.11.1 Vías y Accesos

Las vías y accesos asfálticos deben tener un buen drenaje longitudinal y transversal. El drenaje longitudinal depende del diseño geométrico de la vía. El drenaje transversal se resuelve con un bombeo no menor de 1,5%. De ser necesario, las aguas recolectadas deben conducirse mediante tuberías, cunetas o sub-drenajes fuera de las vías y accesos.

13.7.11.2 Playas de Estacionamiento

En este caso también se debe proporcionar un escurrimiento rápido del agua superficial hacia los límites exteriores del área pavimentada, hacia una cuneta poco profunda a lo largo del



centro o hacia sumideros con espaciamiento apropiado para que no quede agua sobre la superficie del pavimento.

Para proporcionar un drenaje superficial rápido, la pendiente de todas las entradas hacia los sumideros o cunetas no debe ser menos de 1,5%. Se pueden instalar sumideros y/o drenes interceptores a lo largo del perímetro de la playa de estacionamiento cuando las condiciones requieran la remoción del agua superficial o subterránea fuera del área pavimentada.



14 DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y ACABADOS

14.1 Diseño arquitectónico de Estación

La idea es crear estaciones imaginativas y distinguidas que muestre su posición en el contexto internacional, así como para facilitar la comodidad, la seguridad y el uso eficiente para los habitantes de Lima. Los estándares modernos proporcionan seguridad tanto de los pasajeros como del personal y ayudan a la aplicación de estos factores en el diseño.

Dentro de la concepción arquitectónica de las estaciones se permitirá que los accesos y pozos estén ubicados fuera del derecho de vía.

14.1.1 Identidad corporativa

El diseño de todos los elementos de la línea deberá estar acompañado por una clara estrategia de identidad corporativa que se aplicará a todos los elementos importantes. La red del metro de Lima está compuesta por una serie de componentes visuales repetidas y funcionales, que todas juntas crean la identidad del sistema tal como es percibido por el público. Un diseño constante y claro de estos elementos característicos es fundamental para lograr una apariencia visual coherente y, finalmente, la orientación de los pasajeros y la confianza en un sistema fiable.

Este concepto se aplicará a:

- 1) Identidad de red para toda la red
- 2) Identidad de Línea para las dos líneas de metro
- 3) Identidad de estación

14.2 Acabados de las Estaciones

14.2.1 Pisos

14.2.1.1 Generalidad

Los pisos son de la última capa superior de la unidad tecnológica definida como partición horizontal interna.

Este subsistema tiene la función principal de permitir o mejorar el tránsito y la resistencia de carga en determinadas condiciones de uso.

Para la aceptación y el control de calidad son válidas en general las siguientes indicaciones esquemáticas:

Las propiedades físico-químicas, resultantes de los ensayos de laboratorio, debe presentar, en relación con el uso previsto, una garantía adecuada de resistencia al desgaste mecánico (arañazos, golpes, etc.), baja absorción de agua, elevado grado anti polvo, el coeficiente de fricción adecuado para superficies antideslizantes, las características de facilidad de limpieza conforme a una alta necesidad de higiene; el recubrimiento en contacto directo con los usuarios, además de los requisitos físico-técnicos deben cumplir también con los de uso y apariencia con efectos estéticos adecuados para la decoración de los ambientes; la superficie final debe resultar perfectamente plana con tolerancias que varían de acuerdo con el tipo de recubrimiento y el uso previsto.



Los pisos, por las características mecánicas, físicas y químicas de los materiales que los componen, así como por la geometría de los suelos acabados, deberán de ser conformes a los requerimientos del proyecto constructivo y a las diferentes normas.

Por lo tanto, deberán ser respetadas todas las dimensiones geométricas del proyecto, los espesores, las características prestacionales de los materiales utilizados y las fases de ejecución (puesta en obra del mortero de cemento, de la pasta adhesiva, etc.)

Los pisos deberán ser realizados después de finalizadas las estructuras, la albañilería, el posado de los substratos y todas las redes de instalaciones, los pozos ciegos, conductos, etc.

La superficie de puesta en obra debe ser oportunamente aplanada mediante cierto espesor de mortero, de forma que el plano de colocación sea regular y paralelo al del revestimiento a ejecutar y a la profundidad necesaria, teniendo en cuenta los espesores de los materiales empleados y la cuota del pavimento acabado. El substrato deberá ser del espesor adecuado para alojar las canalizaciones y los conductos, previendo además las pendientes necesarias para el desagüe de las aguas superficiales. No se permite el uso de mezclas a base de cal, ya que el hidrato de calcio, parcialmente soluble, podría subir a la superficie y en contacto con el anhídrido carbónico del aire sufrir carbonatación y formar manchas blancas inoportunas.

La capa adhesiva puede ser constituida, en el caso de baldosas, por pasta adhesiva de unos pocos milímetros de espesor. Los pavimentos se realizarán sin juntas entre baldosas o entre placas de piedra natural, a excepción del pequeño espacio inevitable que queda entre pieza y pieza cuando están en contacto entre ellas. Para compensar eventuales modificantes dimensionales o deformaciones se preverán interrupciones en la continuidad de las superficies.

Para las grandes superficies las juntas de partición se dispondrán con superficie máxima a revestir entre juntas de máximo 25 metros cuadrados. En el caso de pavimentos con dimensión longitudinal prevalente (pasillos, pasadizos) se deberá prever una junta cada 6m en las zonas exteriores y 15 m en el interior.

Los revestimientos exteriores serán siempre delimitados por bordillos o muros.

Se prevé utilizar los pavimentos a continuación:

- pavimentos de hormigón con tratamiento anti polvo;
- pavimentos de baldosas de cerámica, de gres y de gres porcelánico;
- pavimentos guía para ciegos;
- pavimentos en placas de piedra natural;
- pavimentos sobreelevados flotantes.

14.2.1.2 Pavimento de hormigón

En los locales donde no esté previsto otro tipo de pavimento (espacios debajo de los andenes, huecos transitables, recorridos y locales técnicos, baldes de recogida de aguas, etc.), los pavimentos serán de hormigón continuo tratado superficialmente con tratamiento anti polvo y anti desgaste de elevada dureza y espesor de 5 + 8 mm, teniendo cuidado de realizar la necesarias juntas de dilatación.

14.2.1.3 Pavimentos y revestimientos de gres

En cada local los elementos deberán ser del mismo calibre y absolutamente uniformes en el color y en las dimensiones.



El gres que se utilizará por la realización de los pavimentos deberá ser de altísima calidad, soportar sollicitaciones muy intensas y garantizar óptimas características de:

- homogeneidad
- durabilidad y facilidad de mantenimiento
- resistencia mecánica y a la abrasión
- resistencia a los agentes químicos y atmosféricos
- seguridad

El acabado deberá ser tal que asegure una adherencia óptima en cualquier situación de ejercicio cumpliendo con la British Ceramic Research Academy Ltd. (B.R.C.A.), Rep. CEC 6/81 y respondiendo a las normativas ITINTEC 333.004, ISO 10545-3, UNI EN/87 y a todas las normas análogas.

1.1.1.1 Pavimentos guía para ciegos

El sistema Loges es un sistema patentado de recorridos guía para ciegos, compuesto de baldosas para exteriores e interiores que tendrán en la superficie expuesta indicaciones conformes al código táctil.

Para las especificaciones del material valen todas las normas antes mencionadas para los pavimentos de gres y deberán responder a todas las normativas vigentes en el momento de la puesta en obra inherentes a la eliminación de las barreras arquitectónicas.

La coloración se efectuará directamente en la masa de la mezcla y deberá ser uniforme en todo el espesor de las baldosas, los colores deberán resultar sin "ninguna alteración".

14.2.1.4 Pavimentos en placas de piedra natural

Su acabado, deberá ser tal que asegure una adherencia óptima en cualquier situación de ejercicio según lo previsto en la Rep CEC 6/81. Los elementos y materiales que se utilizarán deberán ser absolutamente homogéneos y compactos; no se aceptarán materiales que presenten cualquier tipo de defecto geométrico y cromático. El espesor mínimo de los pavimentos será de 2 cm y serán puestos en obra por lo general sobre una capa de mezcla de cemento sobre un substrato de mortero de cemento.

1) Pavimentos de mármol (tipo travertino)

Las placas de mármol de diferentes dimensiones y espesor, provendrán de canteras locales y podrán ser utilizadas para obras de pavimentación así como de revestimiento. Deberán ser de primera elección, abrillantables y serán eventualmente amantilladas para las zonas exteriores o para el revestimiento de los peldaños de las escaleras.

Deberán satisfacer los siguientes requisitos físicos y mecánicos (cuando no sea mejor especificado en las producciones individuales):

- densidad no inferior a 2400 kg/mc
- coeficiente de imbibición 3% max
- resistencia a rupturas por compresión no inferior a 400 kg/cm²
- resistencia a rupturas por flexión no inferior a 60 kg/cm²
- resistencia al choque no inferior a 110 kg/m²
- resistencia al desgaste no superior a 7 mm



2) Pavimentos y revestimientos de granito

Las placas de granito deberán ser de primera elección, brillantes lijadas finamente o flameadas según el uso y de acuerdo con las normas de adherencia.

Deberán satisfacer los siguientes requisitos físicos y mecánicos (cuando no sea mejor especificado en las producciones individuales):

- densidad: no inferior a 2600 kg/mc;
- coeficiente de imbibición : 0.20% max;
- resistencia a ruptura por compresión: no inferior a 1600 kg/cm²;
- resistencia a ruptura por flexión : no inferior a 100 kg/cm²;
- resistencia al coque: no inferior a 110 kg/cm²;
- resistencia al desgaste: 1mm

3) Pavimento de mármol recompuesto

El productor del pavimento deberá poseer la certificación del Sistema de Calidad UNI EN ISO 9002 o una certificación equivalente.

Los pavimentos de mármol recompuesto serán compuestos de materiales prensados en seco en la tonalidad y espesor requeridos por el proyecto. El característico procedimiento de producción permite, a parte de la levigación de la superficie, la diversificación de los acabados de la misma superficie. Las baldosas tendrán un espesor mínimo de 16 mm, serán preferiblemente de color gris y, cuando no sea requerido de otra manera, las dimensiones serán de 30x30cm.

El material recompuesto deberá satisfacer los requisitos previstos en las normas: EN 98 a EN104, EN 106, EN 202, DIN 51094; todas relativas a los materiales recompuestos.

14.2.1.5 Pavimentos sobre elevados o flotantes

El productor del pavimento deberá poseer la certificación del Sistema de Calidad UNI EN ISO 9002.

Los pavimentos sobre elevados se encuentran en unos locales donde están alojados equipos electrónicos de control y gestión del sistema, tendrán cavado en pvc antiestático y la estructura portante estará compuesta por columnas y rejos en acero galvanizado estampado con resistencia al fuego de por lo menos REI 60. El sistema estructural tendrá que soportar cargas de fuerte intensidad, que serán explicadas en el proyecto constructivo y será conectado a la red de puesta a tierra para obtener la continuidad eléctrica según las normas en vigor. Cada elemento pisable tendrá una superficie completamente plana sin ninguna diferencia de cota en las juntas.

14.2.2 Escaleras

Para los revestimientos de las escaleras es aconsejable utilizar travertino o granito semi brillante o amartillado/flameado, por lo cual son válidas las mismas normas generales de referencia anteriormente nombradas.

Las contrahuellas tendrán espesor mínimo de 2cm, mientras que para los peldaños será 3 cm. La longitud será la de proyecto a la cual se añadirán 3cm de proyección en cada lado.



El peldaño tendrá una banda de 5cm (a 3cm aproximadamente del borde exterior del escalón) con tratamiento diferente (amartillado o flameado) para aumentar la mejor adherencia también en las peores situaciones.

Los revestimientos de los escalones deberán ser puestos en obra sobre un mortero de cemento de espesor adecuado para alcanzar las cotas de proyecto. El revestimiento será, cuando sea posible, en placas únicas y de todas formas se adoptará la solución con el menor número de cortes para asegurar una buena fijación al mortero sin huecos o burbujas.

La puesta en obra de los revestimientos de los escalones será cuidada al máximo; ningún elemento deberá sobresalir de otro, todos los elementos deberán estar bien alineados con los demás, no deberán ser puestas en obra piezas que, aunque sea mínimamente, sean imperfectas por rupturas en los bordes y en las aristas.

14.2.3 Revestimientos

Como lo indicado en la introducción, para el revestimiento de las zonas abiertas al público se podrán utilizar diferentes tipologías de materiales. Especialmente materiales como el travertino o las placas de granito serán utilizados con seguridad para revestir las paredes de las escaleras de acceso al vestíbulo de las estaciones, mientras que será dejado al desarrollo del diseño de la imagen de las estaciones la elección de los materiales más idóneos, entre estos los descritos debajo:

- Revestimiento de piedra travertino/granito
- Revestimiento de paneles de aluminio pre pintado
- Revestimiento de placas de vidrio cristalizado de grandes dimensiones
- Revestimiento de placas de cristal acido
- Revestimiento de paneles de acero inoxidable, con acabado schotch-brite.

Los revestimientos en obra, deberán respetar las dimensiones geométricas del proyecto, los espesores, las características prestacionales de los materiales utilizados, las tecnologías, las fases de ejecución (puesta en obra de los estribos de fijación, puesta en obra del adhesivo, etc.) y deberán ser conforme a las normativas vigentes en el momento del proyecto constructivo, en particular por los temas de seguridad. Además, una parte de los revestimientos que no exceda el 30% de la superficie total, computada por cada área funcional, deberá ubicarse en la clase 0 o 1 de reacción al fuego.

Los revestimientos serán generalmente realizados después de la finalización de los pavimentos y de las instalaciones necesarias que deberán ser coordinadas e integradas al revestimiento al fin de garantizar un perfecto acabado de la obra y permitir una fácil inspección de las instalaciones.

14.2.3.1 Requisitos

Los materiales deberán de ser de primera calidad, adecuados para soportar un uso muy intenso en condiciones de mantenimiento extremadamente reducido y deberán de ser cuidadosamente seleccionados para garantizar características óptimas de:

- homogeneidad
- durabilidad y facilidad de mantenimiento
- seguridad y comodidad
- resistencia mecánica y a la abrasión



- alta resistencia al choque
- alta resistencia al desgaste, al agua y al vapor
- óptimas características de higiene
- alta resistencia a los agentes químicos y a los solventes orgánicos
- óptimo comportamiento en caso de fuego
- baja emisión de gases y humos nocivos y ausencia de goteo, en caso de combustión.

Los revestimientos montados sobre guías especiales metálicas y/o pegadas a la pared deberán, además, asegurar:

- Adecuadas propiedades de auto sustentamiento y de resistencia
- Montaje simple y rápido que permita evitar elementos de moldura, bordillos, etc.

La ejecución de un revestimiento deberá tener todos los requisitos para garantizar la adherencia a las estructuras de soporte y para asegurar el efecto funcional y estético de la obra de acabado.

Los elementos del revestimiento deberán encajar perfectamente entre ellos y las líneas de las juntas deberán resultar, a obra terminada, perfectamente alineadas en las dos direcciones o responder al proyecto con protuberancias mínimas, como establecido en la propuesta del uso de paneles en aluminio con diferentes espesores.

14.2.3.2 Revestimientos en travertino/granito

El revestimiento de los pasillos que conectan el exterior con el vestíbulo de las estaciones será en travertino o en granito a juego con el revestimiento de las escaleras y los pavimentos adyacentes.

Los mismos materiales podrán ser utilizados para las obras exteriores con la construcción de muros bajos, bordillos, asientos, etc. Para las especificaciones de calidad y las normas técnicas se aplican las normas ya nombradas además de todas las normas relativas a sistemas de anclaje y anclaje vertical. Las placas tendrán espesor mínimo de 2cm y deberán garantizar una resistencia adecuada a los esfuerzos que tendrán que soportar. En la preparación de la puesta en obra de los revestimientos habrá que poner especial atención a la modularidad de los componentes que deberá coincidir con las alineaciones indicadas en los diseños del proyecto, evitando cortes, acuerdos o elementos extra módulo.

La puesta en obra se realizará pegando las placas con mortero de cemento y previendo la fijación mediante zancos de acero inoxidable donde pueda haber peligro de separación de las placas.

El acabado podrá ser del tipo brillante, y no deberá haber estucados. Será admitida también la puesta en obra en seco en adecuada estructura continua o puntiforme.

14.2.3.3 Revestimientos en paneles de aluminio

Para las aleaciones ligeras valen las prescripciones previstas en las normas vigentes en el momento de la realización, especialmente los elementos de chapa realizados con acotadora a compresión, apisonados o impresos; el aluminio será del tipo primario ISO-AL 99,5.

Para el vestíbulo, la mezanine y los andenes, se propone el uso de paneles in AL, sp. 15-20/10, de diferentes colores concordantes con el de la línea. Los paneles serán de diferentes espesores y dimensiones, para romper la rigidez plana del revestimiento y crear un movimiento de claro oscuro.



La interrupción de la planeidad y el uso de placas que, podrán también ser micro perforadas, contribuirá a reducir los ruidos de fondo en las estaciones.

14.2.3.4 *Revestimiento en paneles de vidrio cristalizado*

Como alternativa se podrán utilizar paneles de 7,5mm de espesor de vidrio cristalizado, tipo Neoclad, un material a base de vidrio sometido a un proceso de cristalización, que le proporciona características de acabado óptimas, brillante y compacta, excepcional dureza y resistencia a los choques, a los agentes atmosféricos, a los ácidos, absorción de agua nula y sellados con silicona natural.

El montaje se efectuará pegando los paneles (espesor 7/8mm) con mezcla de cemento a la base con revoque acabado y liso con las necesarias guías para garantizar la absoluta planeidad.

Si fuese necesario o se decidiera instalar los paneles de vidrio sobre guías, para facilitar el desmontaje y para inspeccionar parte de las instalaciones, o facilitar de todas formas el mantenimiento, los paneles tendrán un espesor mayor, para garantizar una resistencia mayor.

El montaje se efectuará aplicando los paneles (de 15mm de espesor) en una adecuada estructura de soporte con soportes regulables de acero galvanizado.

14.2.3.5 *Revestimiento en paneles de cristal ácido*

Esta tipología de revestimiento podrá ser emparejada a la anterior citada para formar una faja indicadora de piso en cristal ácido de tipo monolítico estratificado (6+4mm) con el panel exterior opalescente.

El panel, constituido por cristales templados con bordes redondeados brillantes y pegados según el sistema glass todo glass, será montado sobre una estructura en aluminio alveolar anodizado. Para destacar la faja indicadora de piso y para facilitar su puesta en obra, se pondrán en obra dos pequeños perfiles en acero inoxidable en los bordes superior e inferior y se hará un sellado de silicona transparente a lo largo de los lados verticales.

Durante el montaje se deberán tomar todos los cuidados necesarios para garantizar una perfecta ejecución, una adecuada resistencia mecánica de la estructura y la absoluta planeidad de los paneles de cristal.

14.2.3.6 *Revestimiento en paneles de acero inoxidable*

Se podrán utilizar paneles de acero inoxidable, del espesor de 10 mm y con acabado scotch-brite, para la creación de inserciones en las paredes de vidrio cristalizado, para ocultar eventuales conductos de instalaciones, para realizar acuerdos entre barandillas de escaleras fijas escaleras mecánicas cuando se encuentren una al lado de otra o para acordar revestimientos laterales planos o curvados, tramos de pavimentos en la cercanía de la escaleras mecánicas, etc.

Para los materiales féreos y para los demás materiales y accesorios de montaje hay que ceñirse a las normas relativas a estos materiales y especialmente las normas relativas a la galvanización.

14.2.4 *Techos Falsos*

Los techos falsos serán mayormente realizados para crear adecuadas soluciones arquitectónicas y/o funcionales de ambientes internos (proteger las instalaciones, reducir las alturas, etc.). La puesta en obra se realizará con herramientas adecuadas y será llevada a cabo por especialistas, de acuerdo con las recomendaciones de las empresas constructoras; estarán



incluidas, además, todas las operaciones necesarias para la inserción de los elementos iluminantes, rejillas de condicionamiento, en el número y la posición previstos y coordinados en el proyecto.

Si fuese necesario el uso del falso techo para soportar eventuales elementos colgantes, se realizarán adecuados refuerzos a la estructura de soporte.

En el caso de ejecución de falsos techos en locales sujetos a normas de prevención de incendios, deberán ser utilizados materiales y formas de montaje conformes a las normas certificadas.

Las tipologías, las geometrías, los materiales y la manera de montar los falsos techos serán aquellos mostrados en el proyecto constructivo.

Todos los falsos techos deberán ser construidos con particular atención a fin de obtener superficies exactamente horizontales coplanarias, sin ondulaciones u otros defectos.

Todos los paneles deberán ser desmontables para permitir en cualquier momento la inspección de los cables y canales de las varias instalaciones situadas entre forjado y falso techo.

En la ejecución de falso techos metálicos se tomará como referencia, donde sea necesario, las normas específicas para los componentes individuales. En general, deberán ceñirse a las normas relativas a la seguridad, en particular la clase de reacción al fuego deberá ser:

- Techos falsos : Clase 0
- Materiales complementarios: Clase 1
- Estructura de soporte : Clase 0

Para los elementos de chapa realizados con dobladora a compresión, apisonados o estampados, serán preferiblemente utilizadas las siguientes aleaciones: aluminio primario ISO-AL 99,5 mientras que las fijaciones serán hechas con elementos de acero inoxidable y las estructuras en acero galvanizado.

En el abanico de los falsos techos se insertan también aquellos elementos cóncavos con función de difusores luminotécnicos, como se ha indicado en la introducción. Por lo tanto podemos registrar las siguientes tipologías:

- Falso techo en perfiles de aluminio tipo Linear Multi Box o Screen Baffle de la Hunter Douglas, montados sobre una estructura de acero galvanizado (vestíbulo).
- Falso techo plano en aluminio pre pintado (vestíbulo)
- Falso techo mallado tipo mar enjaretado
- Falso techo en paneles de escayola o en fibra mineral
- Falso techo - difusor compuesto por paneles curvos escayola, que se debe realizar sobre diseño, montados sobre una estructura de acero galvanizado.

14.2.4.1 *Techo falso en perfiles extraídos de aluminio*

Esta tipología de falso techo se utilizará en las dos versiones: la primera en perfiles de aluminio electro color, tipo Linear Multi Box o similar, que define los espacios públicos del vestíbulo y de la mezanine; la segunda en fajas verticales de 20 cm de alto tipo Screen Baffle o similar a lo largo de los pasillos de acceso a la estación y en los espacios bajo las escaleras fijas. Ambos falso techo serán montados sobre una estructura metálica en acero galvanizado y, donde esté previsto en el proyecto, se instalarán los elementos iluminantes



14.2.4.2 *Techo falso plano en aluminio pre-pintado*

Como alternativa al interior de una misma área, por ejemplo en el vestíbulo, se podrá prever la realización de un falso techo constituido por dos diferentes tipologías de elementos de aluminio que forman un diseño tipo casetón con el uso de adecuados sistemas de suspensión. La primera tipología constituida por las fajas más bajas se compone de una estructura a malla rectangular adecuada para sostener paneles de aleación de aluminio pintada al horno, con espesor de 8/10mm de gran tamaño. La segunda tipología, también compuesta por una estructura a malla rectangular, soportará paneles de relleno de dimensiones de mm 600 x 600, con superficie que podrá ser lisa o micro perforado, sencillamente apoyados a la misma estructura.

El uso de paneles micro perforados estará ligado a la necesidad de absorber y reducir el ruido. El sistema de suspensión deberá ser adecuadamente dimensionado para soportar el peso del falso techo.

Los elementos de iluminación así como los demás equipos se insertarán directamente en los paneles.

14.2.4.3 *Techo falso mallado tipo mar enjaretado*

Se podrá utilizar en el interior de los cubículos para los empleados de estación, en la taquilla y en otras áreas que serán indicadas en el proyecto constructivo. Estará constituido por paneles mallados del tamaño de cm 60x60 en perfilados de aluminio de espesor de 10mm, altura mínima 40mm, con entre eje de mallas de 50 mm, apoyados a un esquema de mallas portantes.

14.2.4.4 *Techo falso en escayola lisa o fibra mineral*

En el desarrollo del proyecto constructivo podrá presentarse la necesidad de realizar falsos techos resistentes al fuego, a protección de zonas cruzadas por instalaciones. Estos falsos techos o porciones de falsos techos, cerrados y no inspeccionables, deberán tener las características de resistencia al fuego previstas y serán realizados con el uso de placas de escayola de clase 0, debidamente fijada a una estructura apropiada. Todo el sistema deberá ser certificado.

En cambio, donde se haya previsto en los locales con presencia de personal, los falsos techos serán inspeccionables, realizados con placas de escayola o alternativamente en fibra mineral, tipo ceramaguard para las zonas húmedas, de dimensiones de mm 600x600 o 600x1200. En el caso de paneles de escayola, el sistema de puesta en obra tendrá juntas expuestas, mientras para las fibras minerales existirá la oportunidad de elegir sistemas también con juntas ocultas. Para ambas tipologías será posible elegir entre diferentes acabados de lisos a perforados que, acoplados a adecuadas colchonetas absorbentes puestas encima del falso techo, ayudarán a mejorar las características termo acústicas de los ambientes tratados.

14.2.4.5 *Techo falso difusivo cóncavo de escayola*

Se podrán prever y realizar sistema de difusión luminosa mediante elemento cóncavos realizados en escayola sobre estructura metálica en acero galvanizado.

La estructura metálica estará compuesta por cimbras de chapa de acero galvanizado 20/10, colocadas a distancia de 60cm una de otra para la fijación de las placas de escayola y conectadas mediante perfiles en U.

Los paneles de escayola del espesor de 6mm, con fresados en la parte posterior para facilitar la curvatura, serán fijados mediante tornillos a la estructura de las cimbras, oportunamente anclada al techo mediante barras con roscadura o una estructura secundaria.



Estos difusores ligeramente curvados, de tamaño variable, con la superficie perfectamente lisa, serán pintados de blanco y tendrán la capacidad de difundir la luz de los proyectores oportunamente colocados y orientados.

14.2.5 Pinturas y barnices

Las pinturas y barnices, aparte de conferir un apreciable aspecto estético, tienen la función de proteger las albañilerías y/o los soportes a los cuales están aplicadas.

Se prevé la ejecución de pinturas en todas las superficies expuestas, muros y metálicas, que no poseen un grado de acabado intrínseco, como por ejemplo albañilerías y hormigones *caravista* para los cuales se procederá con oportunos ciclos protectores también del tipo anti pintado.

La conformidad de las pinturas deberá estar en acuerdo con la normas en vigor, en cuanto a las fases o ciclos de pintura habrá que ceñirse a las especificaciones de los diferentes productos.

Los fabricantes de las pinturas utilizadas han de tener el certificado ISO 9002.

Todos los productos deberán de ser provistos en obra, en recipientes originales sellados, con el nombre comercial del producto, el nombre de la empresa productora y la fecha de caducidad.

Los procesos aquí tratados se refieren a ciclos de barnizado para obras de hierro, para estructuras de hormigón, a las pinturas con hidro pintura o con pintura de cemento.

Anteriormente a cualquier proceso de pintura y barniz se deberán preparar cuidadosamente las superficies para asegurar un perfecto éxito del proceso.

Especialmente se deberá asegurar que las superficies estén perfectamente limpias y libres de manchas, de sustancias grasas, de óxido, rojizo, escorias, etc. Se deberá tener particular cuidado con las superficies que se revestirán con barnices transparentes

Para las obras de madera, el estucado e imprimación deberán ser hechas con masillas adecuadas. La lijadura y rasadura de las superficies, deberá ser perfecta.

Para las obras metálicas, la preparación de las superficies deberá ser adelantada por la raspadura de las partes oxidadas, salvo tratamientos más meticulosos previstos por las normas técnicas relativas a los artefactos metálicos.

14.2.5.1 Hidro pinturas

Las hidro pinturas se subdividen en dos categorías:

- 1) Pinturas con aglutinante disuelto en agua con características de baja resistencia al deslave. Se utilizarán sobre todo en locales tecnológicos, en los servicios públicos, en los locales a disposición y los nichos
- 2) Pinturas con aglutinante en emulsión (látex), entre ellas las más comunes son las resinas acrílicas. Se distinguirán, según el uso, en hidro pintura para interiores e hidro pinturas para exteriores. Se utilizarán, en general, en todos los ambientes abiertos al público, donde no se haya previsto algún revestimiento, gracias a su buena adhesión, dureza, resistencia mecánica debida al excelente agarre en profundidad.

Las zonas expuestas, en general, cuando no se hayan previsto soluciones tipo hormigón *caravista*, y, para los techos en hormigón que se entrevean encima de los falsos techos abiertos, tipo mar enjaretado o screen baffle, serán pintadas con pinturas a base de resinas acrílicas de alto espesor con superficie a corteza de naranja.



Las hidro pinturas para exteriores deberán resultar especialmente resistentes al agua y a otros agentes atmosféricos y deberán presentar facilidad de uso y sedimentación limitada.

Antes de empezar a pintar las paredes, la empresa proveedora de pinturas realizará una adecuada primera prueba.

14.2.5.2 *Pintura epoxi-poliuretánica*

La pintura epoxi-poliuretánica para paredes enlucidas o estructuras en hormigón a caravista, presenta una elevada penetración, una excelente adherencia con baja sensibilidad a la humedad y un elevado aspecto estético.

Después de la limpieza del sustrato, se procederá al esparcimiento de la primera mano con resinas epoxidicas, con función de agarre, y luego se pasará a las dos sucesivas manos de acabado con barniz a base de resinas poliuretánicas, que garantizan un aspecto homogéneo.

14.2.5.3 *Pintura al cuarzo*

Las pinturas murales al silicato de potasio y cuarzo tienen un alto poder de cobertura y de relleno, con una elevada permeabilidad al vapor acúeo. Los barnices con este producto son especialmente indicados para ambientes exteriores, por su elevada resistencia a los agentes atmosféricos y contaminantes. Para la aplicación, se procederá, después de haber preparado el sustrato, al esparcimiento de una capa aconsejada por el productor y a la sucesiva puesta en obra de dos manos de pintura.

El silicato di potasio será estabilizado con resina styrene -acrílica según la norma DIN 18363.

14.2.5.4 *Tratamiento anti pintadas*

Los productos para el tratamiento anti pintadas, no deben alterar el color original de la superficie del material en el cual se aplica como piedras naturales artificiales, ladrillo de metal y hormigón. El producto deberá proteger uniformemente, resultar inalterable en el tiempo y resistir a por lo menos 2-4 ciclos de limpieza.

Hoy en día existen en el mercado diferentes productos mono o bicomponentes aptos al tratamiento específico que pueden proteger y prevenir los daños causados por las pintadas, las consecuencias nocivas de los agentes atmosféricos (lluvia, rayos UV, humedad, hielo) y por la formación de capa de smog.

14.2.5.5 *Barnices intumescentes*

El uso de los barnices intumescentes podrá ser necesario para proteger obras en hierro, que sean estructurales como forjados, vigas, columnas o que sean instalaciones como canales por aire, para garantizar las prestaciones y la estabilidad en caso de incendio.

Los revestimientos intumescentes son formulados con componentes activos capaces de reaccionar entre ellos cuando la temperatura supera determinados valores, generando gases inertes que desarrollan burbujas en la película de la pintura hasta la formación de una espesa espuma sólida carbonosa. La protección obtenida aumenta el tiempo de colapso de las estructuras metálicas o de resistencia de las estructuras en hormigón.

Los barnices intumescentes sufren por la humedad, por eso será oportuno protegerlas en caso de presencia de fuerte humedad.

14.2.5.6 *Ciclo de pintura para carpinterías metálicas*



Todas las carpinterías metálicas deberán ser galvanizadas en caliente antes de ser llevadas a la obra. Si fuesen necesarias modificaciones en la obra, se deberá restablecer el galvanizado, después del cepillado y sucesiva aplicación de dos manos de zinc expositivo con espesor mínimo de 70 micrón.

Se procederá a la sucesiva aplicación de una capa de pintura anti corrosión mono componente al fosfato de zinc para acero galvanizado y acero con sistemas de protección a base alquídica.

Segunda y tercera mano (60+60 micrón) con pintura anti corrosión a dos componentes a base de resinas epoxi poliamicas (se realizará en la estructura en obra)

Cuarta mano (40 micrón) de pintura y acabado en esmalte sintético satinado a dos componentes a base de resinas poliuretánicas.

Los fabricantes de los barnices utilizados deberán ser certificados en UNI EN ISO 9002 y deberán presentar los certificados de galvanizado.

Hay que tener en cuenta, además, las normas vigentes, en particular aquellas que se refieren a la seguridad, conociendo la nocividad e inflamabilidad de algunos materiales y componentes.

14.2.6 Carpinterías metálicas

Entre las carpinterías metálicas y de chapa cabe destacar:

- escaleras en acero galvanizado en caliente (donde esté indicado), para la conexión interna de los locales de servicio. Los peldaños serán de malla metálica y borde antideslizante, barandilla tubular metálica con protección lateral para los pies.
- Cierres y verjas metálicas en general, también malladas.
- Rejillas horizontales de aeración del tipo transitable, en acero galvanizado.
- Barandillas, pasamanos y protecciones para los huecos de las escaleras metálicas, vanos y bocas de inspección.
- Pasarelas, escaleritas y bocas de inspección también removibles para la inspección de los huecos debajo de las escaleras mecánicas.
- Bases para equipos en general.
- Entramados metálicos en el suelo para equipos eléctricos.
- Rejillas y aletas para la aeración de los locales tecnológicos.

Los materiales metálicos de cualquier tipo deberán ser conforme a las previsiones del proyecto constructivo. Por lo tanto deberán ser respetadas todas las dimensiones geométricas del proyecto, las características prestacionales de los materiales utilizados, las tecnologías, las fases de ejecución (puesta en obra de los estribos de fijación, pre montaje, soldadura, etc.) además de todas las normas relativas a los diferentes materiales utilizados,

Especialmente, como se indicó líneas arriba, todas las carpinterías metálicas deberán ser galvanizadas en caliente, y la galvanización deberá ser certificada.

14.2.6.1 Pasamanos en tubulares de acero inoxidable

Los pasamanos de las escaleras interiores y exteriores que puedan ser utilizadas por los pasajeros, serán tubulares de acero inoxidable satinado, fijados directamente a las paredes o fijados a las montantes siempre tubulares, de acero inoxidable brillante, que sostengan los cristales de protección de las escaleras o de las balaustradas.



14.2.7 Obras en vidrio

En la ejecución de las obras en vidrio se hará referencia a las normas específicas de los diferentes fabricantes interesados y se deberán obtener los certificados para los cristales instalados, especialmente para los sistemas acristalados cortafuego, si están previstos, en el desarrollo del proyecto constructivo y todos los vidrios estratificados deberán mostrar, de forma indeleble, la clase de pertenencia y el nombre del fabricante. El proceso de templado deberá ser efectuado según la norma de calidad ASTM 1048-92, la norma EN 1096-1 y la ISO 9002.

Las barandillas acristaladas deberán pertenecer a la clase Anti Caída.

14.2.7.1 Acristalamientos fijos

Los acristalamientos fijos pertenecen a la categoría Anti Vandalismo y por lo tanto las vidrieras deberán satisfacer los requisitos de la norma UNI EN 81/1/2.

Se utilizarán para proteger el hueco de los ascensores, para los espacios que conectan el vestíbulo con el andén, así como los que conectan el exterior con el plan vestibulo, para permitir la vista interior de la cabina y consecuentemente mejorar la sensación de seguridad.

Si las normas relativas a la certificación de resistencia al fuego lo prevén, se utilizará una diferente tipología de marco, con vidrio REI, como Pyrostop o similares, de alto espesor.

Los productos deberán ser provistos por una empresa con certificado de calidad ISO 9002 y deberán contar con todos los documentos que comprueben la calidad y la correspondencia de los materiales.

14.2.7.2 Vidrieras cortafuego

Las vidrieras cortafuego podrán ser utilizadas en los locales que en el desarrollo del proyecto constructivo tengan que ser divididas, y así garantizar determinadas características de resistencia al fuego, pero al mismo tiempo mantener la visión de los locales alrededor.

Estas separaciones serán realizadas con placas de vidrio del tipo Pyrostop, compuesto por más placas, con elevados espesores y características de resistencia al fuego como lo previsto en la Norma ISO 3009 "Pruebas de resistencia al Fuego- Elementos de vidrio".

Las vidrieras transparentes serán armadas con perfil en acero a puente térmico interrumpido por una especial mezcla de fibrocemento y separadores de cerámica, este sistema deberá ser adecuadamente certificado.

El sistema deberá tener todo los documentos necesario para comprobar la calidad y la correspondencia de los materiales.

14.2.7.3 Barandillas de escaleras en cristal

En las áreas abiertas al público las barandillas de las escaleras próximas a los huecos podrán ser de cristal. Deberán ser conforme a las normas en vigor en temas de seguridad además de respetar las normas de los diferentes materiales que las componen.

Especialmente los vidrios y las estructuras de las barandillas deberán ser estructurados para soportar una carga mínima de 120 Kg/ml, en cada una de sus partes incluido el sistema de anclaje.

Las partes acristaladas deberán ser realizadas con placas certificadas y que muestren en forma indeleble la clase de pertenencia y el nombre del productor. Los paneles de cristal estratificado serán compuestos por dos hojas tipo float de por lo menos 6mm cada una con interposición de pvb (polivinilo) de 1,52mm y preparados con adecuados forados para su fijación.



La barandilla estará constituida por un armado formado por tubulares de acero inoxidable de diámetro, espesor y distancia entre ejes adecuados (según cálculo).

En las escaleras se colocará en obra un pasamano de acero inoxidable salinado fijado directamente a los montantes de la estructura de la barandilla.

14.2.8 Ventanales, puertas y accesorios

En la realización de la estación se utilizarán diferentes tipologías de ventanales y puertas según lo espacios que hay que delimitar. A continuación se analizará en detalle las principales categorías:

- Puertas corredera y portales correderos cortafuego;
- Ventanas fijas;
- Puertas internas en aluminio y laminado plástico;
- Cierres enrollables.

Los ventanales en obra serán conformes a las previsiones del proyecto constructivo y en general a las normas en vigor en el momento del desarrollo del mismo proyecto, especialmente para las puertas o los portales cortafuego se hará referencia a la Norma ISO 3008 "Pruebas de resistencia al Fuego – Puertas y otros cierres"

La puesta en obra se realizará en la fase final, pero las disposiciones deberán ser cuidadas desde el momento de la realización de las albañilerías mediante la puesta en obra de adecuados pre-marcos metálicos galvanizados, o mediante la instalación de accesorios para la fijación.

Para las puertas y las verjas equipadas con sistemas especiales de instalación (automatizaciones, alarmas, mecanismos de auto cierre, etc.) deberán prepararse a tiempo las necesarias conexiones y/o equipos.

Los ventanales metálicos deberán ser realizados exclusivamente en obra, con el uso de adecuados perfiles para garantizar la absoluta indeformabilidad, el perfecto funcionamiento y la duración.

Los perfilados y todos los accesorios deberán ser adecuadamente dimensionados para garantizar su funcionalidad en el tiempo.

Las dimensiones y los detalles constructivos de cada tipo de ventanal estarán indicados en los respectivos inventarios, los respectivos códigos estarán indicados en las láminas del proyecto.

Los proveedores deberán tener el certificado de Calidad ISO 9002.

14.2.8.1 Puertas para interiores en aluminio

Las puertas serán de una o dos hojas con un robusto marco en aluminio extruido electro color, a definir en la fase del proyecto constructivo.

Los ventanales en aluminio serán construidos con perfilados extruidos, con laminados de aluminio o aleaciones ligeras de aluminio, colaborantes o no con partes estructurales o accesorios de otros materiales.

Los perfiles de aluminio electro color serán a baliente simple de mm 50-55, con sección no inferior a 2 mm.

Todos los accesorios deberán ser realizados en aluminio o aleación ligera de aluminio.



mientras los elementos sometidos a esfuerzos concentrados, de refuerzo o resistentes a fatiga (tornillos, pivotes, varillas, etc.) serán de acero inoxidable.

Las puertas serán equipadas con tirador de palanca, cerradura de seguridad con 3 puntos de cierre, o, donde esté especificado, con tirador anti pánico.

14.2.8.2 Puertas cortafuego

Las puertas deberán ser REI 120 o, en todo caso, responder al nivel de protección previsto y certificado según la norma ISO 3008.

Las puertas serán de 1 o 2 hojas, contraplacadas en chapa galvanizada, aisladas mediante aislante incombustible sin emisiones dañinas, espesor mínimo 60mm; el marco será en perfilado de chapa de acero galvanizada doblada a compresión, de espesor 2 mm, las cerraduras serán antiincendios, y los tiradores o barras anti pánico deberán ser conformes a las normas EN 1125/97 y EN 179.

Las puertas serán equipadas con juntas de estanquidad a los humos y bisagras especiales tipo DIN, una portante con carcasas hormigonadas anti desgaste y otra con muelle interno regulable para el cierre automático.

Las puertas a dos hojas deberán tener añadido el regulador de secuencia para garantizar que el cierre de la hoja secundaria se produzca antes que la hoja principal y generalmente serán equipadas con un ojo de buey en la hoja principal.

Si están previstas, las puertas REI de los ascensores tendrán el acabado previsto para los ascensores y serán montadas según las prescripciones del proveedor de los equipos.

Las puertas deberán tener los documentos que comprueben:

- La marca del productor;
- La entidad que certifica;
- El número del certificado, el año de construcción y el número progresivo de producción.

14.2.8.3 Portales cortafuego correderos

Se podrán prever en algunos casos los portales correderos cortafuego, a una o dos hojas, cuyas características prestacionales serán idénticas a las de las puertas y deberán tener todos los certificados previstos antes mencionados. La hoja deslizante será formada por paneles modulares acoplados entre ellos mediante juntas aisladas a encaje sin puente térmico. Los paneles modulares de 90mm de espesor estarán constituidos por un marco perimetral de perfiles de acero oportunamente perfilado, recubierto con chapa galvanizada pre pintada de 9/10 de espesor, en cuyo interior descansará una colchoneta con alto poder aislante. La hoja será colgada con carros de deslizamiento, a una estructura portante a caja de postigo, resistente al fuego y será equipada con un sistema de cierre automático a contrapeso en caída, encerrado en un adecuado espacio.

14.2.8.4 Cierres enrollables

Los cierres están previstos para el cierre de las estaciones y posicionados en su mayoría en las escaleras mecánicas.

Los cierres de tipo mallado, estarán contenidos dentro de una caja de postigo y se deslizarán en guía laterales oportunamente ancladas.

La malla será realizada con tubulares a sección redonda, en aleación especial de aluminio o acero, conectados las unas a los otros mediante bielas articuladas reforzadas.



14.2.9 Mobiliario y accesorios

En este capítulo se definen las normas para la ejecución de varios artefactos de decoración y aparatos, destinados a obras de acabados. Estos artefactos están destinados a caracterizar la obra desde el punto de vista estético y funcional y por eso su ejecución deberá ser particularmente meticulosa y el acabado impecable.

Todas las estaciones, en los espacios abiertos al público (vestíbulo, mezanine y andenes) tendrán elementos de decoración y accesorios de varios géneros, como se ha establecido en el proyecto y serán ubicados según los planos del mismo proyecto.

La instalación de todos los complementos y accesorios de decoración se efectuará después de la finalización de todas las obras civiles, de instalación y de acabado.

Los principales elementos y accesorios de decoración son los siguientes:

- Bancos para la espera
- Apoyos
- Papeleras
- Estructura para teléfono
- Local para mangueras

Para la realización de los artefactos descritos en este capítulo, se deberán ver las normas y prescripciones relativas a los revestimientos y para las láminas y artefactos en acero, acero inoxidable y aluminio.

Los elementos de decoración serán generalmente objetos de Diseño en aluminio y de acuerdo con las normas ISO 3522/81 y EN 1706

Todos los componentes deberán utilizar materiales a prueba de fuego, en la "Clase 1" de comportamiento al fuego. Los materiales que se utilizarán para la realización deberán ser de alta calidad, aptos para soportar un uso muy intenso en condiciones de mantenimiento extremadamente reducida o nula.

14.2.10 Locales técnicos

La pintura del techo y paredes debe ser en hidro pintura.

El piso debe ser, además, de tipo lavable, antideslizante y antipolvo. En algunos locales se hace necesaria la impermeabilización resistente al gasoil en las paredes hasta la altura de los umbrales de las puertas. Los umbrales deben ser elevados en 20 cm desde el p.p.f. en correspondencia con las puertas y con las ranuras del piso.

Los cerramientos, sean de albañilería o de hormigón armado, deberán cumplir las leyes anti-incendio vigentes.

Las paredes serán revestidas y pintadas.

En los pisos y contrapisos se deberán tener conductos portacables cuyo trazado debe ser establecido durante el proyecto ejecutivo.

Dichos conductos tendrán marcos en perfiles metálicos galvanizados en caliente y bloqueados en los pisos y cerrados con placas metálicas. La altura de todos los locales técnicos, a menos que exista otra indicación expresa en los siguientes párrafos en relación a cada uno de los locales, no debe ser inferior a 2,80 m, y para garantizar un control eficaz de las condiciones de incendio, no debe superar los 4,50 m.



Las puertas, iguales para todos los locales de la misma línea de metro, deben tener una luz mínima de paso de 0,80 m y 2,00 m de altura y apertura hacia el exterior del local.

14.3 Señalización

La señalización generalmente se divide en dos categorías:

- Señalización de orientación o de estación
- Señalización de seguridad

La señalización de orientación estará caracterizada por el color de fondo, que será diferente del color de la línea, los pictogramas y mensajes escritos, que serán definidos en el proyecto constructivo, con la realización de un inventario de Elementos de Señalización específicamente representados, indicando las características técnicas de cada panel o elementos que lo componen.

El sistema de signos gráficos debe aplicar los siguientes criterios:

Instalar el mensaje en los lugares en los que el usuario debe tomar una decisión, debe poder ser rápidamente identificado.

Debe facilitar la identificación de las rutas en condiciones normales de funcionamiento o en caso de emergencia;

Llamar la atención de los usuarios donde se necesite precaución para evitar situaciones peligrosas;

Proporcionar orientación para regular el uso de las escaleras mecánicas, ascensores, el embarque y desembarque del tren, la utilización de medios de comunicación;

Proporcionar tanto como sea posible, información gráfica en lugar de mensajes escritos; en el caso que sea necesario recurrir al mensaje escrito, este debe ser lo más sintético posible.

Repetir el mensaje siempre con el mismo tipo de señal para confirmar una misma información, evitando la repetición excesiva.

Los mensajes deben ser rápidamente identificados y fácilmente legibles a las distancias especificadas. La velocidad de detección se logra mediante el uso de pictogramas o mensajes escritos ya codificados.

La misma información debe ser siempre del mismo tipo.

Los mensajes luminosos deben tener luz fija, se puede usar luz intermitente solo para situaciones temporales de peligro y / o de emergencia.

Para los signos gráficos de señales de prohibición, peligro e información al público, se hace expresa referencia a la normativa. La legibilidad de un mensaje está referida a la distancia, claramente comprensible, en condiciones de luz ordinaria, de un observador con agudeza visual 10/10 dioptrías puesto frontalmente al mensaje.

La característica de la señalización de seguridad es estar siempre iluminada con lámparas que se accionan en situación de emergencia.

Los procesos relativos a los elementos de señalización, que se realizarán según las indicaciones del proyecto constructivo, deberán ser incluidos entre los procesos de acabado final, adoptando todos los precauciones necesarias para no dañar los artefactos acabados; su disposición deberá ser meticulosa desde el momento de la instalación de los falsos techos y revestimientos, a través de la puesta en obra de oportunas armaduras de soporte.



Para los accesorios de fijación, se deberá cuidar especialmente el aspecto estético de las partes que quedarán a la vista.

14.3.1 Elementos de señalización

En el desarrollo del proyecto de señalización, se recuerda a continuación los principales elementos que deberán ser tratados:

- Nombre de estación para el nivel de los andenes
- Nombre de estación para escaleras y ascensores externos
- Banda a pared para el nivel de andenes
- Banda a bandera para nivel andenes (en correspondencia de hidrantes, en pulsantes de desenganche y herramientas de socorro)
- Banda a pared para mezanine y vestibulo
- Banda colgada para mezanine y vestibulo
- Banda a portal para nivel mezanine
- Portal con banda para punto de encuentro (banda bifacial con indicación de punto de recogida con teléfono)
- Mapas y cartografías de la línea (zona informativa en vestibulo)
- Señalización
- Cartel entrada estación (tótem) con poste
- portal escaleras mecánicas (banda perpendicular colgada a las escaleras mecánicas)

Los elementos de señalización estarán constituidos por varios materiales en base al uso y a la función que los mismos deberán tener; a continuación se enumeran los principales soportes:

- Placas en policarbonato (serigrafiadas);
- Chapa de aluminio (serigrafiada);
- Chapa de acero inoxidable (pintada y serigrafiada);
- Chapa de acero inoxidable o en aluminio (para pancartas de cartón);
- Película adhesiva (serigrafiada o tallada con plotter).

14.3.2 Soportes en chapa de aluminio serigrafiada

Se trata de carteles planos de tamaño reducido que indican prohibiciones y prescripciones.

Los siguientes carteles a instalar en las galerías con fijación a pared mediante bloques expansivos en acero inoxidable, también serán en aluminio de espesor 30/10, serigrafiado:

- A lo largo del tramo indican la distancia y dirección de la salida de emergencia y/o estación más cercana. En color verde RAL 6024 para mensajes escritos y en color blanco para pictogramas, carácter a utilizar DIN 17
- Ubicación instrucciones de teléfono de emergencia



14.3.3 Soportes en chapa de acero serigrafiada

Se trata de toda la señalización tridimensional en chapa de acero inoxidable AISI 304, espesor 15/10.

- Señalización continua a una altitud de 40cm en el andén así como en la mezanine y en el nivel de entrada; dividida en módulos largos en un promedio de 250 cm.
- Señalización bifacial colgada a estructuras portantes.
- Señalización bifacial, soportada a una extremidad por estructuras portantes laterales.
- Señalización bifacial a portal, fijada a las extremidades de muro a muro o soportada por montantes.
- Carteles "Nombre estación" en el andén y en superficie.

14.3.4 Soportes para señalización, folletos informativos

Se trata de chapas de soporte para pancartas que llevan la publicidad, las cartografías, los horarios y varias informaciones proporcionadas por el gestor.

Los paneles publicitarios serán modulares y de longitud variable, se podrán también poner uno al lado de otro, con altitud no superior de la línea superior desde la cual empieza la señalización.

- Entre las varias tipologías de paneles para la señalización de orientación, se indican, a título indicativo y no exhaustivo, los siguientes:
- Panel de señalización con esquema de red metropolitana
- Panel de señalización con elenco de las estaciones metropolitanas
- Panel de señalización con indicaciones de salida y calles limítrofes
- Panel con plan de la ciudad.

14.3.5 Película adhesiva

Se deberán disponer pictogramas adhesivos en película vinílica de tipo fundido, con acabado brillante, dimensionalmente estable, con adhesivo acrílico a presión transparente, que pueda garantizar el uso de aparatos electrónicos para mapas, advertencias, etc., que se insertarán en adecuados marcos de pared.

14.3.6 Paneles táctiles

Los paneles táctiles, caracterizados por una representación en relieve y visiblemente en contraste, están estudiados para favorecer la orientación y la reconocibilidad de los lugares con el fin último del abatimiento de las barreras arquitectónicas por parte de los ciegos y de las personas con discapacidad visual.

Las características técnicas de los mapas serán las siguientes:

Elementos en placas de aluminio 25/10 pintado y de las dimensiones de 500x700 mm, inclinadas 35° horizontalmente, que llevan caracteres y signos de los siguientes tipos:

- Mensajes en braille
- Mensajes con caracteres ampliados para personas con discapacidad visual, y en relieve



- Esquematisaciones de recorridos y/o lugares.

Toda la señalización deberá responder a la normativa vigente.

14.3.7 Principios generales para el diseño del sendero táctil y respectiva señalización.

Sin embargo, en el diseño de detalle, se prescribe qué hacer esencialmente en referencia a la norma UNI 11168 "Accesibilidad de las personas al sistema de transporte rápido masivo - Parte I: Criterios de diseño para el metro".

Para garantizar la accesibilidad a la estación para personas con discapacidad visual (no videntes, deficientes visuales) deben disponerse rutas táctiles en el suelo y paneles de información especial de tipo táctil (escrito en braille, caracteres en relieve, mapas táctiles).

La consulta de los signos táctiles para los usuarios debe ser fácil, identificable y no ser un obstáculo en su camino.

En la colocación de señales táctiles se deben cumplir con los criterios de buena iluminación, evitando la sombra, que puede constituir un obstáculo para los discapacitados visuales.

La ubicación de los mapas táctiles es en un atril inclinado 30 ° en el plano horizontal, puesto a 95 cm de altura.

Los mensajes de la pared deben estar situados a una altura entre 110 y 140 cm del suelo, la información sobre los botones o equipos para el uso público debe ser colocada en la proximidad de la misma.

Algunas precauciones especiales: es necesario colocar el mapa antes de la entrada y antes de la salida, lo más cercano posible a los accesos.

Dentro de la estación, se debe tener en cuenta que las personas con deficiencias visuales pueden utilizar, a diferencia las personas con discapacidad motora, tanto las escaleras fijas como las móviles.

Sin embargo, en lugares y/ o entornos particularmente complejos es preferible el uso de mayor número de mapas, en lugar de encerrar en un solo mapa la información de todos los desvíos, que serían difíciles de memorizar.

La presencia de cada mapa debe ser señalado, a través de la interrupción de la trayectoria táctil del piso, con el código especial de "servicio de asistencia".

Tal ruta, en dirección del mapa, llega a la base de esta a una distancia de 40/70 cm. Debe prestarse especial atención para evitar que la persona ciega se desvíe de la ruta principal hacia el mapa, y evitando además cruces y distancias que haría más difícil memorizar la ruta.

En ambos sentidos de las escaleras fijas que no son comunes a todos los destinos, deben fijarse placas especiales en Braille y con caracteres de texto en relieve con un buen contraste luminoso respecto del fondo, con indicaciones de los destinos. En particular, las placas fijas, al inicio de los pasamanos de las escaleras que conducen al exterior, deben indicar los nombres de las vías que se pueden llegar a encontrar al salir.

Es oportuno evitar, en lo posible, que un mismo camino sea utilizado en los dos sentidos, en particular en los puntos de congestión. Se puede recurrir a algunos trucos de diseño, la forma de predecir un golpe con la invitación a seguir en una determinada dirección.

Evitar, en tanto sea posible, cruzar dos caminos táctiles cuando el usuario debería seguir uno de los caminos, por lo que la persona ciega no interpreta la intersección como posibilidad de elección.



El pavimento táctil debe seguir las líneas de flujo normal, colocarlo en zonas de poco tráfico, donde no pueda presentarse conglomeración de personas y pasajeros, evitando poner obstáculos o demasiados lugares para la toma de decisiones.

Además de llegar a los convoyes por los senderos, los discapacitados visuales, deben aprovechar las instalaciones presentes en las estaciones como baños, teléfonos, distribuidor de entradas y aun optar entre el ascensor y las escaleras fijas o móviles.

La trayectoria rectilínea del andén debe proyectarse en toda la longitud de la plataforma, ya para que el ciego pueda descender de los trenes en cualquier punto, o ya para situaciones particulares en que no se puede confiar en las "guías naturales"; o bien porque la guía táctil constituye, en caso de necesidad, un buen elemento de referencia para la evacuación.

Un mapa táctil con una escala ascendente, o un mapa táctil en la puerta de un ascensor. Puede ser evitado utilizando el uso de dos códigos de "atención al peligro" correctamente espaciados en una secuencia.

El principio y el final de todas las escaleras, incluyendo aquellas que no tienen el recorrido táctil debe ser señalado, en la parte superior, a través del código "peligro superable", y en la parte inferior con el código "atención / servicio". Es oportuno que las señales visuales se coloquen a lo largo del recorrido táctil que debe ser seguido también por los discapacitados visuales.

Las presentaciones visuales y señales de mensaje variable, a petición de una persona no vidente, a través de botón se pueden escuchar, traducido por voz. La posición del botón está identificado por una señal de "atención / servicio" y evidenciada por la presencia cercana de un mapa táctil.

Los ascensores que sean accesibles a los discapacitados visuales, deberán estar provistos de:

- Teclado con números y letras en braille, grandes y en relieve para ciegos;
- Botón externo capaz de reservar la llamada, incluso si el ascensor está en movimiento, con un pitido para confirmar la reserva;
- Aviso de voz para los pisos superiores de dos posición de piso a alcanzar y / o otras indicaciones de los servicios disponibles y los destinos alcanzables;
- Toque una placa táctil a una altura de 140-170 cm colocados en el exterior del ascensor;
- Citófono interior de la cabina de comunicaciones de emergencia con el personal de seguridad;
- Iluminación adecuada en el interior de la cabina.

14.4 Túnel

La señalización de la evacuación indicará las salidas de emergencia, la distancia a la zona segura y la dirección hacia ésta. Todas las señales se ajustarán a lo dispuesto en la norma ISO 3864-1.

Las señales de evacuación estarán instaladas en las paredes. La distancia máxima entre las señales de evacuación será 50 m.

Se instalarán señales en el túnel para indicar la posición del equipo de emergencia, en los lugares donde esté situado dicho equipo.

14.5 Pozos

14.5.1 Locales técnicos

La pintura del techo y paredes debe ser en hidro pintura.



El piso debe ser, además, de tipo lavable, antideslizante y antipolvo. En algunos locales se hace necesaria la impermeabilización resistente al gasoil en las paredes hasta la altura de los umbrales de las puertas. Los umbrales deben ser elevados en 20 cm desde el p.p.f. en correspondencia con las puertas y con las ranuras del piso.

Los cerramientos, sean de albañilería o de hormigón armado, deberán cumplir las leyes anti-incendio vigentes.

Las paredes serán revestidas y pintadas.

En los pisos y contrapisos se deberán tener conductos portacables cuyo trazado debe ser establecido durante el proyecto ejecutivo.

Dichos conductos tendrán marcos en perfiles metálicos galvanizados en caliente y bloqueados en los pisos y cerrados con placas metálicas. La altura de todos los locales técnicos, a menos que exista otra indicación expresa en los siguientes párrafos en relación a cada uno de los locales, no debe ser inferior a 2,80 m, y para garantizar un control eficaz de las condiciones de incendio, no debe superar los 4,50 m.

Las puertas, iguales para todos los locales de la misma línea de metro, deben tener una luz mínima de paso de 0,80 m y 2,00 m de altura y apertura hacia el exterior del local.

Se instalarán señales en los pozos para indicar la posición del equipo de emergencia, y para indicar las salidas de emergencias.

14.6 Disposiciones de los exteriores

Se deberá prestar especial atención a los objetivos de recualificación del material en proximidad de los accesos de las estaciones.

Además de los temas tratados para las estaciones concernientes a la seguridad y la vivibilidad para las zonas alrededor de los accesos, habrá que prestar especial atención a los aspectos a continuación:

- Visibilidad, entendida como facilidad para reconocer las estructuras ligadas a la estación, para que la identificación por los usuarios sea sencilla, a través del uso del logo como elemento de imagen atractiva
- Identidad, entendida como caracterización funcional y arquitectónica de los accesos.

Por eso la localización y las características de los accesos son fundamentales para un sencillo aprovechamiento del servicio, pero también las características del entorno de las estaciones y los accesos se van a insertar en el contexto urbano.

Estos objetivos se pueden alcanzar mediante equipamientos accesorios de mobiliario urbano como bancos, sistemas de iluminación, caracterizados por un diseño particular, desde la realización de una serie de intervenciones al suelo, con el objetivo de señalar la presencia en las proximidades, del acceso a una estación del metro, como:

- Pavimento de las aceras en las proximidades, con baldosas de hormigón con un especial diseño y color atribuible al sistema de estaciones de la línea del metro;
- Pigmentación del asfalto en correspondencia con los cruces peatonales en las proximidades de los accesos a las estaciones del metro;
- Abatimiento de las barreras arquitectónicas e inserción de recorridos táctiles para



personas con deficiencias sensoriales;

- Creación de bandas sonoras en correspondencia con los cruces peatonales, señalizados por recorridos táctiles y semaforizados, orientación mediante señales acústicas;
- Mitigación y arreglo de los equipamientos técnicos salientes si existen, como rejillas, salidas de emergencia, tomas de mangueras, etc.;
- Disposición y reposición del verde urbano y de los equipamientos del transporte público, como las paradas de intercambio con los medios de superficie, espacios para la parada temporal y para la asistencia de los medios de socorro.

14.6.1 Recorridos peatonales

Un factor de gran importancia es garantizar la facilidad de los accesos directamente desde el exterior, incluso para las personas con discapacidades motoras o sensoriales y permitir soluciones de intercambio entre líneas, que sean sencillas y claras.

En la definición de la disposición de los exteriores habrá que poner una gran atención a la eliminación de las barreras arquitectónicas, con intervenciones también puntuales que garanticen en lo posible la continuidad del plano horizontal.

Los recorridos de orientación hacia los accesos de las estaciones, deben tener una evolución sencilla y evitando obstáculos o cuellos de botella con bordillos en continuidad, que sustituyen generalmente el recorrido táctil.

Donde haya discontinuidades, deberá ser oportunamente puesto en obra un pavimento táctil para garantizar y orientar las personas con discapacidad visual hacia los accesos.

Las aceras o los recorridos deben tener preferiblemente un ancho mínimo de 120cm, con zonas más amplias para permitir el cambio de sentido para personas en silla de ruedas.

En presencia de rampas, la pendiente aconsejada debe ser inferior al 5% y si es superior deberán colcarse pasamanos. De todas formas la pendiente no deberá ser mayor del 8% con tramos de máximo 10 metros de longitud y descansos de 150 cm de profundidad.

14.6.2 Cruces peatonales

En el proyecto de las disposiciones exteriores, especialmente los cruces peatonales, se repite el concepto de la continuidad del plano horizontal.

Además, como se indicó antes, las instalaciones semaforicas deberán ser equipadas con señal acústica direccional, la presencia de badén o de todas formas de cruce deberá ser señalado mediante bandas ruidosas y un adecuado sistema de iluminación para las horas nocturnas.

Para los cruces mayores de 8 mt se instalarán guías táctiles en la calzada con el objetivo de eliminar el posible ángulo de desviación.

14.6.3 Seguridad

Para favorecer la seguridad se tomarán todas las precauciones antes mencionadas y además en proximidad de los accesos, localizados en los bordes de la carretera o en su cercanía, se colocarán adecuados elementos con el objetivo de proteger a las personas en caso de situaciones de peligro debidas a la pérdida de control de un coche.



Para los accesos cercanos a la calle se optará siempre, para una mayor seguridad, la realización de oportunos muros de hormigón, revestidos en granito o travertino, en vez de las barandillas de cristal, que proporcionan una mayor sensación de seguridad sobre todo a los pasajeros que salen de la estación, por la inmediata percepción del espacio alrededor, pero que ofrecen un menor resistencia en caso de choque por parte de un vehículo.

La misma cautela será adoptada también para los ascensores que tuviesen que encontrarse cerca del borde de la carretera, manteniendo la transparencia solo en proximidad de las puertas de salida.

14.6.4 Mantenimiento

Una característica fundamental de todos los materiales que se utilizarán para los acabados, interiores y exteriores, será la posibilidad de un fácil mantenimiento, retirado, recolocación, debido a necesidad de modificaciones de carácter técnico y funcional o sustitución en caso de rupturas.

Los materiales en general deberán ser fácilmente localizables en el tiempo, especialmente los mármoles y las baldosas de gres que deberán además garantizar el aspecto y el color.

Todos los materiales deberán responder a las especificaciones de las normas nacionales e internacionales, respecto a resistencia, durabilidad, cohesión, etc., características fundamentales también para la facilidad de limpieza que debe ser intrínseca en la elección de los materiales para los acabados.

Por eso, una de las características principales de todos los materiales que se utilizarán deberá ser la facilidad de limpieza y la resistencia mecánica a los choques y a las abrasiones, para que los costes de gestión ordinaria y extra ordinaria sean sostenibles.

Todos los materiales en contacto directo con los pasajeros y por lo tanto sometidos a desgaste o acciones de vándalos deberán tener aquellas características de resistencia antes mencionadas y ser tratados con productos que no permitan la penetración en profundidad de eventuales agentes colorantes.

14.7 Talleres y cocheras

Los talleres y los centros logísticos con todas sus áreas auxiliares, además de representar un conjunto de tecnologías avanzadas, deben presentarse exteriormente de una cierta forma.

Por lo tanto, aunque actuando bajo un concepto de prefabricación con elementos pesados de tipo industrial, deberá darse un particular énfasis al desarrollo del diseño arquitectónico, de manera que la estructura, debido a las grandes dimensiones, pueda volverse en un momento, imagen y arquitectura.

A continuación se reportan los conceptos básicos a los cuales referirse para el desarrollo antes mencionado:

- Estructuras prefabricadas para garantizar espacios amplios y flexibles.
- Durabilidad y adaptabilidad de los edificios en el tiempo.
- Caracterización de los fabricados mediante uso de diferentes materiales.
- cómodo y funcional acceso a las varias zonas que componen la estructura.
- Seguridad como objetivo primario.



14.7.1 Talleres

Los talleres serán realizados con un sistema de prefabricación que considera elementos pesados, mediante paneles de ancho elevado, en relación a las dimensiones considerables de los mismos.

Para las separaciones internas de los almacenes y de los talleres, se prevé el uso de bloques de hormigón prefabricado, para garantizar la seguridad frente al fuego.

Por lo que concierne los restantes compartimentos, tales como toallas, oficinas, etc., presentes en el área de los depósitos, se adoptará una solución clásica con paredes foradas o en alternativa con paredes en cartón-yeso, de tal manera que sea simple y rápido una eventual redistribución de los espacios, con intervenciones a seco.

14.7.1.1 Paneles de relleno de la fachada

Los paneles tendrán un acabado superficial pulido, y serán pintados con pinturas siloxano, mientras que la parte posterior del panel, internamente, será nivelado.

Los paneles se desarrollarán a lo largo de toda la altura del edificio, se apoyarán sobre una viga puesta en la base, a la cual serán oportunamente apoyados y vinculados los otros; por encima serán soportados por anclajes de acero.

En correspondencia de los portales de acceso, se utilizará un oportuno marco de apoyo, para soportar los paneles.

Todos los soportes y anclajes serán de tipo anti-sísmico.

Para los paneles colgados, en correspondencia de los portales, se sugiere el uso de un sistema de apoyo con estanterías de acero, para no afectar los procesos de construcción, almacenamiento y transporte de los elementos a ensamblarse, permitiendo de esta forma un cómodo y amplio manejo en las tres dimensiones.

Por lo que concierne a la conexión entre la viga de base y los paneles de arriba, se sugiere utilizar un elemento angular (continuo o en cada elemento) ubicado en el molde durante la puesta en obra del hormigón de la viga. En consecuencia, el panel, el cual presenta una ranura triangular en su base, puede posicionarse sobre la viga fácilmente eliminando los posibles e indeseables movimientos horizontales.

El anclaje superior será realizado mediante un elemento angular en forma de "L", oportunamente dimensionado y forado, el cual será anclado con tornillos insertados en perfiles metálicos embebidos previamente en el hormigonado de la viga y del panel prefabricado.

El panel, oportunamente armado con barras y/o red de acero, será constituido por conglomerados a base de cemento idóneos. El hormigonado se realizará en moldes fuera de la obra. Las superficies a vista, que deben ser hormigonadas conjuntamente con el núcleo interno del panel, serán realizadas con un espesor mínimo de 2cm, y presentarán superficialmente un estrato más duro, usando cemento de elevada resistencia y agregados seleccionados, de manera que, después del fraguado, presente una superficie pulida, sin agrietados, deformaciones o irregularidades.

Los paneles deberán ser perfectamente íntegros; están estrictamente prohibidos trabajos de tapacriado posterior, así como cualquier aplicación o adjunta de material.

14.7.1.2 Tratamiento de los paneles de la fachada

Con la finalidad de garantizar la calidad estética del hormigón en el tiempo, considerando la exposición a los agentes atmosféricos siempre más agresivos, se sugiere la protección de los paneles con tratamiento de pinturas siloxano transparentes o coloradas.



La exposición a la intemperie, y al agua en particular, representa el mayor agente de degradación para los materiales de construcción, ejerciendo, ya sea una acción directa de erosión, o indirecta, facilitando el transporte de sales y ácidos agresivos del suelo y de la atmósfera que reaccionan con los aglomerantes del cemento causando ulteriores procesos de degradación.

El tratamiento con pinturas siloxano garantiza una elevada transpiración al vapor de agua, consolidando el soporte y asegurando una buena capacidad hidrófuga. Garantiza además la formación de una película con propiedades útiles contra la suciedad.

14.7.1.3 Separaciones internas

Las separaciones internas se subdividen en dos tipologías, de las cuales la primera sirve para la creación de sectores compartimentados contra el fuego, y la segunda para definir y limitar espacios funcionales.

Para la primera tipología, se utilizarán bloques de hormigón prefabricados, certificados y puestos en obra según los requisitos necesarios para garantizar la certificación de su función primaria.

La segunda tipología de paredes sirve para definir los espacios funcionales tales como toilettes, oficinas, etc. al interior de esta gran área amplia destinada a los talleres. Para esta tipología general de área, se adoptará un sistema clásico de separación mediante la realización de paredes foradas, oportunamente enlucidas, pintadas o revestidas con cerámicas en el caso de las toilettes y de las zonas húmedas.

14.7.1.4 Puertas y portones cortafuego

Para definir las áreas compartimentadas se usarán puertas o portales cortafuego, conforme a lo indicado en el Diseño y en estas especificaciones técnicas.

14.7.1.5 Puertas cocheras

Los accesos a los talleres serán limitados por puertas cocheras con abertura a libro, sin guías en el piso, constituidos por cuatro elementos verticales, conectados con articulaciones robustas, ancladas lateralmente y colgadas por la parte superior a un riel motorizado, para permitir una fácil operación de abertura y cierre.

En la parte superior de los dos elementos centrales, será prevista una abertura para permitir el pasaje de cables eléctricos.

La estructura de los paneles será con tubos electrosoldados y galvanizados de dimensiones mínimas de 80x50, con espesor de 2mm, mientras que el espesor mínimo de los paneles será 52mm, constituidos por doble pared de acero galvanizado con procedimiento Sendzimir. Los paneles serán rellenos internamente con espumas de poliuretano que no contengan CFC, con tratamiento final de pintura con resinas de poliéster. Al interior de los paneles se insertarán chasques en material termo-acrílico.

14.7.1.6 Cubierta "shed"

La cubierta de grandes dimensiones será del tipo "shed", para permitir una iluminación natural durante todo el día. La tipología del shed estará en función de la disponibilidad de los proveedores locales para sistemas prefabricados.

El relleno de los sheds se realizará mediante una banda de fachada en aluminio, con unos chasques al interior, que puedan abrirse automáticamente, para permitir el flujo de los humos desde el interior de la estructura (E.H.C.).



14.7.1.7 Evacuador de humo y de calor E.H.C.

Se insertarán E.F.C. automáticos en las cercas a banda de los shed con abertura tipo Vasistas, constituidos por estribos de soporte anclados a la cerca, cilindro neumático, desbloqueo para la abertura en caso de inspección y eventual mantenimiento desde el exterior, con posibilidad de activación del E.F.C., gracias al frasco de 60g de gas CO₂, ampolla de vidrio termo-fusible (calibrada a 68°) y válvula térmica; o con posibilidad de activación colectiva mediante la conexión al sistema de detección incendios.

Los E.F.C. pueden además ser equipados con un sistema de abertura con mando eléctrico, con la finalidad de aprovechar los mismos para la natural aeración de los locales del taller.

En condiciones de evacuación, el sistema deberá utilizar dos bloques mecánicos ubicados perpendicularmente a las articulaciones, necesarios para garantizar la estabilidad de la abertura también con empuje de viento a 1200N/m². Todos los tubos prepuestos a la alimentación de los cilindros deberán ser en teflón.

La fase de abertura, con sistema de empuje controlado hasta completar su acción, deberá ser asegurada también en condiciones de empuje de viento adverso.

Todo el sistema deberá ser certificado según la norma EN 12101-2.

14.7.1.8 Cercas exteriores

En general las cercas al exterior, sean puertas o ventanas, serán realizadas con perfiles de acero galvanizado y pintado con polvos, tales que garanticen elevadas prestaciones bajo el aspecto de la resistencia, y en relación al uso que va a tener.

El uso del acero permite la construcción de marcos robustos, de elevadas características prestacionales, de resistencia a los agentes atmosféricos y de seguridad.

A pesar de no ser con corte de tipo térmico, el uso de perfiles metálicos garantiza un buen aislamiento térmico gracias a la posibilidad de instalar vidrios aislantes con bajas propiedades de transmisibilidad térmica y a la limitada superficie de dispersión del metal.

Con la misma finalidad, es decir para garantizar una larga duración, se utilizará la misma tipología para el interior.

Las empuñaduras serán del tipo antiaccidente, y las puertas, donde sea previsto, serán equipadas con manijas antipánico. Toda la herrería y los accesorios serán dimensionados adecuadamente para soportar el uso a los cuales son destinados.

14.7.1.9 Pavimentos

En general los pavimentos internos serán del tipo industrial en hormigón, con aplicación de polvo de cuarzo.

14.7.1.10 Pinturas

Con la finalidad de garantizar una mayor luminosidad al interior del taller, las estructuras serán pintadas de blanco.

Por lo que concierne a las características generales respecto al acabado de las superficies, hágase referencia al precedente punto 14.2.5, mientras que respecto a la tipología de material a utilizarse hágase referencia a lo indicado en el punto 14.2.5.1.



Para la pintura de los paneles hágase referencia a lo indicado en el punto 14.7.1.2.

14.7.2 Impermeabilización de la cubierta a shed

La impermeabilización de la cubierta se realizará con una doble membrana BPP bituminosa con plastómero, reforzada con filamentos de poliéster, de 4 mm de espesor.

La primera membrana se colocará a fuego directamente sobre el prefabricado, previamente limpiado e impregnado con una emulsión de betún, a razón de 300 gr/m² y será cuidadosamente soldada en las superposiciones. La segunda membrana, siempre BPP, auto-protegida con escamas de pizarra se establecerá, siempre a fuego, de manera suficiente y en la misma dirección de la membrana de base, pero con las membranas a tresbolillos respecto a las juntas de la primera capa.

Se pondrá atención particular a los relieves verticales que posteriormente serán protegidos con el uso de placas de protección adecuada. Será posible aumentar el nivel de protección con el uso renovable de pinturas al aluminio en fluido resino-bituminoso.

14.7.2.1 Obras metálicas

Al interior de los talleres serán varias las obras metálicas, como barandas para protección de las zonas alzadas, bases para aparatos electromecánicos, escaleras en acero, escotillas, etc. Para todas estas obras metálicas hágase referencia al capítulo 14.2.6.

14.7.2.2 Señalización

Al interior del taller se deberá poner toda la señalización de seguridad adecuada, sea en relación a las vías de escape, que deberán ser señalizadas también mediante adecuados sistemas de lámparas de iluminación con baterías de reserva o con circuitos garantizados por ups, o sea en relación al uso de la maquinaria.

14.7.2.3 Plomería

Los canales se harán directamente con la estructura a shed de los techos y por tanto, entran dentro del capítulo de la impermeabilización.

Los trabajos de plomería a su vez, abarcan todas las cubiertas para proteger los paneles de la fachada y las conexiones de las ventanas a la estructura de la cubierta. Estarán hechas de láminas de aluminio electrocolor, con un espesor de 10/10, con la superposición necesaria y completada con clavos, remaches o con cuanto sea necesario para llevar a cabo el trabajo de manera profesional.

14.7.3 Edificios técnicos

Al interior del área del depósito se presentan numerosas estructuras de carácter estrictamente técnico o de control que pueden estar distribuidas o reunidas por funciones.

Entre estas están las estructuras con finalidad de recibir y transformar la electricidad, el área del sistema antiincendio, con los grupos de bombeo, la central de producción del aire comprimido, la central térmica, etc.

Para todos estos edificios que morfológicamente resultan distintos por dimensión, función, altura, perforación de las paredes, se utilizará como elementos de unión, bloques de hormigón colorado, de tipo a matriz, a definirse en las sucesivas fases de desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, la fachada de estos edificios, será el elemento de composición arquitectónica que los caracterizará.



Con referencia a los acabados internos, los pavimentos serán en hormigón de tipo industrial, con polvo de cuarzo, a menos que sea previsto de manera distinta, de acuerdo a las funciones del local. Las paredes no deberán tener ningún otro acabado si no las juntas de los bloques, mientras que para puertas o ventanas se deberá tomar en cuenta lo descrito en el punto 0, en acero, con manijas antipánico donde esté previsto. Si es necesario, en algunos locales, como las centrales de producción de aire comprimido o la zona de transformadores, se usarán adecuados sistemas para disminuir el ruido.

14.7.4 Oficinas y áreas públicas

El edificio en el cual se encuentran las oficinas se ubica próximo al ingreso del área del depósito y resulta tangente al gran complejo del taller principal.

Es un edificio que se desarrolla en dos pisos, menos en la esquina al norte que llega hasta cuatro pisos de altura en el punto de contacto con la estructura de los talleres.

En la planta baja se ubican la zona afectada por el desarrollo vertical, el acceso, y la recepción, mientras que en los tres pisos superiores se encuentran las oficinas ejecutivas, sala de conferencias y sala de reuniones, y, en el último nivel, el centro de control de la línea y el del depósito.

En la planta baja, en la parte más larga del edificio, se encuentran los vestuarios, comedor y los locales anexos, mientras que en el primer piso se encuentran las oficinas administrativas y una serie de instalaciones para la capacitación del personal.

Al ser el edificio más importante del complejo y la interfaz con el exterior ya que esta abierto al público, se deberá poner especial énfasis en el desarrollo arquitectónico, especialmente de los prospectos, mediante el uso de materiales simples pero de grande efecto, así como de los acabados interiores.

14.7.4.1 Paneles de fachada

Los paneles de relleno de la fachada en general serán realizados con paneles prefabricados con superficie lisa y pintados como se describe en los puntos 14.7.1.1 y 14.7.1.2.

El movimiento y el carácter de las fachadas será por el contrario, realizado por la inserción de las ventanas, que rompen el ritmo de los paneles, y del uso del primer piso en la zona del ingreso al público, de un panel de relleno metálico ondulado puesto de manera horizontal a lo largo de los tres frentes del edificio con cierre de cubierta plano sobre la cual se ubicarán las máquinas para el acondicionamiento de la estructura.

Estos paneles serán ligeramente inclinados respecto a los paneles de hormigón, para que resulte, además de un elemento claro-oscuro, también un elemento de protección al enjuague de la fachada de paneles prefabricados. El uso en horizontal de los paneles metálicos en conjunto con la presencia de franjas horizontales pintadas en los paneles, contribuirán a dar la sensación de un edificio en "movimiento" casi a símbolo de un tren de dos pisos.

El elemento a multipisos siempre se realizará con paneles de relleno en hormigón, con un acabado liso, de los cuales emergen las ventanas de diferentes formas y tamaños. Para subrayar el acceso se colocó una esquina rota, que ese desarrolla en dos niveles rodeados por un muro cortina de aluminio.

En el interior se harán paredes aislantes de placas de yeso a fin de facilitar la inserción de los sistemas.

14.7.4.2 Cercas



El cierre se realizará con una fachada continua a corte térmico en aluminio, del tipo de alto aislamiento con porciones en vidrio transparente y ciegas, comprendiendo las aperturas a vasistas y puertas en la planta baja. La estructura portante será realizada en montantes y travesaños de aleación de aluminio extrusionado, pintado con pintura en polvo a base de resinas de poliéster.

La interrupción del puente térmico estará garantizada mediante la interposición de un aislamiento extruido de adecuado espesor y resistencia entre la parte estructural interna y el revestimiento externo de los perfiles. Los perfiles serán además suministrados con canales internos para el drenaje eventual de agua de infiltración y/o de condensación. Siendo la fachada un sistema continuo, deberá ser certificado para la estanqueidad del aire, del agua y para la resistencia al viento según las principales normas entre las cuales la EN 12152, la EN 12154 e la EN13116. La fijación de la fachada a la estructura portante será por medio de estribos en acero zincado con tornillos en acero inoxidable AISI 316. Los perfiles de acabados sean internos o externos serán en láminas de aluminio de espesor 15/10 con aislamiento en lana mineral. Los vidrios termoaislantes estarán constituidos por:

- Panel exterior estratificado, anti accidente, con bordes biselados, con tratamiento de baja emisión
- Brecha de 20mm de espesor con gas argón
- Panel interior estratificado, anti accidente, con bordes biselados

La parte ciega, en correspondencia del piso tendrá el vidrio posterior colorado a definirse en fase de realización.

La serie de perfiles que será propuesta deberá garantizar la inserción en el retículo de la fachada, sea de las ventanas o de las puertas antipánico.

Para las ventanas o las puertas singulares los materiales que serán utilizados observarán las características requeridas sea para el tipo de desempeño del marco, el color, la forma de los perfiles así como la apariencia homogénea a la vista.

14.7.4.3 Divisiones internas

Las paredes interiores están hechas de planchas de yeso a fin de garantizar en el tiempo la flexibilidad de la estructura y permitir la fácil conversión de los espacios interiores sin la obligación de costosas demoliciones y reconstrucciones.

Las paredes a cuatro placas de cartón-yeso se diferencian de acuerdo a los diferentes tipos de placas que permiten resolver las diversas características de una pared de separación, asegurando un alto poder de aislamiento acústico de las paredes. Las paredes tendrán un espesor nominal de 150 mm. Se realizarán mediante el uso de guías en forma de "U" fijadas al suelo y al tumbado y montantes en "C" puestos a intervalos no mayores de 600 mm. Dentro de la estructura, se insertará un espesor doble de lana mineral de 40 mm cada uno, para de esta forma permitir el paso de las instalaciones.

Las paredes del baño o de cualquiera de los locales húmedos tendrán placas de tipo resistente al agua, mientras que a lo largo de los corredores y, cuando sea necesario para crear compartimentos se utilizarán placas ignífugas. Las placas de yeso también se podrán utilizar para crear las paredes externas o los acabados de pilares o muros de hormigón, donde no este prevista un particular acabado.

14.7.4.4 Pavimentos



Para los pavimentos esta previsto en general el uso de gres, excepto en las partes donde esta previsto el uso de mármol o en la zona de las salas de control donde el pavimento será de tipo sobreelevado con acabados en pvc antiestático.

Para las especificaciones véase el punto 14.2.1.

14.7.4.5 *Revestimientos internos*

Al interior no están previstos particulares revestimientos si no azulejos de cerámica en los baños y un revestimiento en travertino o lastras de vidrio cristalizado para las paredes de la recepción mientras que todos los otros locales estarán pintados con resinas acrílicas.

14.7.4.6 *Escaleras*

Las escaleras deberán estar recubiertas en mármol axial como lo descrito en el punto 14.2.2. y suministradas con adecuados pasamanos en acero inoxidable fijados directamente a las paredes o a los montantes de las balaustras en cristal si están previstas. Para la descripción de estos elementos hágase referencia a los puntos 14.2.6.1 y 14.2.7.3.

14.7.4.7 *Techo falso*

Todo el edificio tendrá techo falso y en general se usarán dos tipos de techos falsos.

En general, para todos los locales, excluyendo la recepción y los dos niveles por encima, donde esta previsto el uso de techos falsos con adecuadas características estéticas y acústicas; se usará el techo falso que se describe a continuación, en fibra mineral de dimensiones 600x600 así que se pueda integrar en su interior los elementos para la iluminación y los interruptores de control de flujo del sistema de ventilación.

Con respecto al techo falso de la recepción y de los locales anteriormente mencionados, se supone el uso de techos falsos chapeados, tipo Madera de la Armstrong, compuestos por madera laminar aplicados a paneles MDF, con superficie perforada para garantizar una importante disminución acústica o tipo a rejilla pero realizado en madera.

14.7.4.8 *Impermeabilización y aislamiento*

La cubierta del edificio será de tipo plano que permitirá alojar las máquinas de ventilación y de acondicionamiento. El techo será de tipo caliente, con aislamiento por debajo de la capa de impermeabilización. Previamente a la formación de pendientes adecuadas, que se realizarán directamente en fase de colado de la losa, evitándose así sobrecargas, la estratigrafía de las cubiertas será la siguiente:

- Extensión de una mano de primer bituminoso en cantidad no inferior a 300 g/m².
- Puesta en seco de una capa de difusión del vapor constituido por un velo de vidrio bituminoso agujerado
- Aplicación de una barrera al vapor constituida por una membrana bituminosa armada con un velo de vidrio y lámina de aluminio soldada a flama sobre la capa funcional de la cubierta, poniendo atención a anclar la membrana con adherencia total en proximidad de los agujeros del manto de difusión.
- Aplicación de una capa de aislamiento termoacústico constituido por paneles rígidos en mineral aislante según la norma EN 13162, pegados con masilla bituminosa, recubierta en una cara con una capa bituminosa monoarmada, con conductividad térmica λD declarada igual a 0,037 W/(m·K) y resistencia a compresión no inferior a 50 kPa.



- Aplicación de la impermeabilización, constituida por una capa doble de membrana bituminosa prefabricada elastomérica armada con poliéster de 4mm de espesor, pegada a flama en adherencia total sobre los paneles aislantes. La impermeabilización seguirá en las paredes verticales y deberán estar protegidos mediante adecuadas tiras.
- Por encima de la impermeabilización se aplicará a seco una capa de separación constituida por un polímero no inferior a 300g/m² y como ulterior separación una tela en pvc por encima de la cual se ejecutará el replantillo.
- El espesor y la armadura del replantillo con malla electrosoldada, estarán en función de la evaluación de las cargas que se repartirán sobre los mismo.

En las zonas no afectadas por la presencia de los sistemas; será posible prever la ejecución de pavimentación en gres antideslizante.

14.7.4.9 Obras metálicas

Para las obras en metal, donde estén previstas, como barandas, rejas horizontales, bases para aparatos electromecánicos, escaleras en acero, escotillas, barandas en acero inoxidable, etc, hágase referencia al capítulo 14.2.6.

14.7.4.10 Puertas internas

Las puertas internas deberán ser de dos tipos: normales y cortafuego.

Las puertas de los edificios, de las salas de reunión y de todos los locales que no tienen necesidad de ser compartimentados, serán en aluminio, como se ha descrito en el punto 14.2.8.1. Todas las puertas deberán garantizar la compartimentación y por lo tanto tener características apropiadas de resistencia al fuego, deberán cumplir con los requisitos del punto 14.2.8.2.

14.7.5 Obras externas

La inmensa área destinada a la construcción del nuevo depósito y talleres de la línea del metro, estará completamente afectada, además que por los edificios, también por las disposiciones externas. Es más, se crearán amplios patios de maniobra y parqueo de los trenes en espera del ingreso a los depósitos o a las líneas, área de parqueadero interno para los vehículos del personal del taller y externa para los vehículos del personal de las oficinas y visitantes; área de maniobra en correspondencia a los depósitos; aceras a lo largo de todo el perímetro, con la finalidad de garantizar la seguridad y las franjas de verde sea al interior como a lo largo de todo el perímetro cercado.

14.7.5.1 Balasto

Toda el área afectada por la presencia de las rieles deberá ser tratada previamente con una capa de sub-balasto que será realizado con un conglomerado de bitumen mezclado a calor y extendido en obra en capas terminadas de 12 cm con vibradores y constipadores con rulos metálicos adecuados. Por debajo, el terreno se deberá compactar adecuadamente, mediante el uso de aditivos y, si necesario, de geotextiles en el respeto de las características previstas en el proyecto. Para terminar se realizará el balasto, mediante la extensión de una capa de pedrisco obtenida de la trituración de las rocas, cribado y lavado, con el objetivo de eliminar partículas finas y polvos, con dimensiones entre 30 y 60mm con puntas angulares, de modo que favorezca la fricción entre los elementos, evitando asentamientos. La capa mínima será de 35 cm sobre la cual se colocarán los durmientes ferroviarios. Además se crearán zonas



predispuestas para el cruce de los vehículos también de grandes dimensiones para satisfacer eventuales necesidades.

14.7.5.2 Pavimentación en asfalto

Los patios de carga y descarga adyacentes a los talleres, al igual que las áreas de parqueo y todas las vías perimetrales serán asfaltadas.

Las áreas asfaltadas serán perimetradas por aceras.

La pavimentación transitable en asfalto estará compuesta por:

- Extensión de geotextil tejido o no tejido.
- Recubrimiento de los geotextiles con capas protectoras de 3-4cm de espesor, con arena mixta, de granulometría pequeña, bien compactada.
- Capa de 30 cm de fundación en mixto granular compactado que no hiele
- Capa de base en conglomerado bituminoso, constituido por una mezcla de grava y arena (de río, cantera o trituradora), aditivo y bitumen mezclado a calor; inertes de granulometría controlada con dimensiones máximas de 40mm; betumen de medida no inferior al 4% del peso de los inertes secos, extendido en obra con vibradores, constipado con rulos idóneos. Espesor terminado mínimo de 8cm.
- Capa de unión (binder) de conglomerado bituminoso constituido por una mezcla de pedrisco, gravilla, arena, aditivo y bitumen mezclado a calor; inertes con granulometría idónea controlada; bitumen en medida no inferior al 4% del peso de los inertes secos, extendido en obra con vibradores, constipado con rulos idóneos a obtener un volumen de vacíos inferior al 6%, que comprende cualquier predisposición para su extensión y todos los gastos para dar el trabajo terminado. Espesor terminado de 4cm
- Capa de desgaste (manto) en conglomerado bituminosos constituido por una mezcla de pedrisco, gravilla, arena, aditivos y bitumen mezclado a calor; inertes con granulometría controlada con dimensiones máximas de 10-15mm; bitumen tipo 80/100 en medida no inferior al 5-6% del peso de los inertes secos, extendido en obra con vibradores, constipado con rulos idóneos a obtener un volumen de vacíos inferior al 4%.

14.7.5.3 Aceras

A lo largo del desarrollo de las vías y en el perímetro de los edificios se realizarán aceras con el objetivo de garantizar la seguridad de los peatones y proteger los edificios del agua.

Serán realizadas mediante el posicionamiento en obra de adecuados bordillos de piedra natural o elementos prefabricados de un metro de longitud, y con elementos especiales para las curvas. Para alcanzar la cota necesaria para poner los acabados de la acera se hará uso de un hormigón pobre con malla electrosoldada. Los acabados de las aceras serán realizados mediante la extensión de asfalto colado. Las aceras serán alzadas en 16 cm con respecto a la cota de las vías. Se deberán crear adecuados ajustes para permitir el acceso de personas con discapacidad, a las aceras.

Además estarán previstas aceras en hormigón con acabados en cuarzo en correspondencia de las rieles de encañalamiento; puestos en el confin sur paralelo a las vías.

14.7.5.4 Señalización

Se deberá poner particular atención al uso de la señalización, sea de tipo horizontal o vertical.



La señalización horizontal lineal será realizada mediante el uso de pinturas de tipo refractivo premezclado, es decir, que contenga esferas de vidrio mezclado *durante el proceso de fabricación* así que después del secado y sucesiva exposición de las esferas de vidrio debido al desgaste de la capa superficial de la pintura, desempeñe una función eficiente de guía en las horas nocturnas para los vehículos, bajo la acción de las luces de los faros, mientras que para los *pases peatonales, barras de pare, zebra de cruce y escrituras*, deberán ser en pintura no refractivas. Además, la señalización horizontal no deberá tener rebabas y deberá estar bien alineada.

La señalización vertical tiene una gran importancia en el contexto general del desarrollo del depósito ya que *debe direccionar correctamente los vehículos provenientes del exterior y dirigidos al parqueadero o a los varios sectores internos*. Además de la señalización de indicación se deberá proveer a la ejecución, la señalización vial obligatoria, integrada también por una serie de elementos de semáforo de peligro o de pare en correspondencia de los cruces a nivel con los carriles ferroviarios.

Todos los carteles de la señalización deberán ser de una aleación de aluminio con serigrafía recubierta con una película retroreflectante armados sobre paños en acero zincado.

14.7.5.5 Zonas verdes

Se prevén una serie de áreas verdes a lo largo del perímetro del depósito, se plantarán especies arbustivas en las zonas del interior, ya que se tiene la necesidad de una visión completa de la zona debido a que los trenes son automáticos. Por lo tanto se procederá a la aplicación de un sistema de riego adecuado, capaz de garantizar el riego periódico del césped y de las superficies plantadas de arbustos y plantas trepadoras a fin de dejar claro el campo de vista sobre toda el área.

14.7.5.6 Cercas

El perímetro estará cercado con elementos de hormigón prefabricado, coronados con paneles de rejilla de malla soldada en acero, con malla a definirse, bordeado lateralmente por una placa de espesor y tamaño apropiado en relación con el peso de la propia conexión. Los paneles se fijarán a los montantes de hormigón fijados a la base, mediante teselación o directamente amurallados en especiales forados preparados previamente.

14.7.5.7 Acceso al área

El ingreso será vigilado desde una guardianía prefabricada en aluminio, con servicios en dotación, desde la cual será posible gobernar a través de barras, el acceso al área interna.



15 INSTALACIONES NO FERROVIARIAS

En este capítulo se describen las principales características de los así llamados sistemas civiles a realizar en la Línea 2 y en la Línea 4, es decir plantas "no conectadas al sistema", las que organizan la estación, en la línea y en los patios, es funcional a la operación y a la seguridad de la infraestructura.

A continuación se ilustran las instalaciones eléctricas (alumbrado, FM, red de tierra, etc) y las instalaciones mecánicas (ascensores, escaleras mecánicas, cheques de viajero, plomería, mecánica, protección contra incendios, ventilación y aire acondicionado) que equipan las estaciones, túneles y el depósito-oficina.

Todas las instalaciones de estación y el túnel son controladas por el Puesto Central de Supervisión, a través de un sistema adecuado de supervisión. Como resultado, todos los sistemas deben estar diseñados y construidos de manera que pueden controlar y supervisar remotamente.

15.1 Instalaciones de las estaciones

El equipamiento de la estación requiere la provisión de una serie de componentes eléctricos y mecánicos, indispensable para el disfrute de la estación y para la protección de los usuarios del equipo y de la propia infraestructura. A continuación se describe resumidamente las características funcionales y de rendimiento de los sistemas.

15.1.1 Cabina MT/ BT

Los sistemas eléctricos de componentes de media tensión (MT), serán proyectados en conformidad con la Norma IEC 60298 y CENELECHD 63751.

La cabina eléctrica MT / BT de transformación de estación será dimensionada para toda la carga de la estación (y galerías adyacentes), incluyendo los sistemas de ventilación de estación y los pozos de ventilación, sea durante el funcionamiento normal o en caso de emergencia. La cabina estará ubicada en un local técnico dedicado y estará constituida por dos cuadros de MT alimentados por dos líneas distintas, lo que consentirá de tener una continuidad en la alimentación eléctrica, también en ausencia de una de las dos líneas de alimentación.

La cabina eléctrica alimentará el cuadro general de la estación, en el caso de "fuera de servicio" de la energía MT de "reserva", proveniente de un segundo punto de alimentación eléctrica.

El centro de transformación MT/BT de estaciones o de los pozos de ventilación estarán formados por los siguientes elementos:

Cuadro Línea 1:

- n. 2 compartimentos línea de llegada / salida MT 20kV
- n. 1 compartimiento de protección general
- n. 1 Medidas compartimentos
- n. 1 Transformador MT/BT

Cuadro Línea 2:

- n. 2 compartimentos línea de llegada / salida MT 20KV
- n. 1 compartimiento de protección general



n. 1 Medidas compartimientos (TR2)

n. 1 transformador MT/BT

Los transformadores estarán en conformidad con la Norma IEC (76/1-2-3-4-5, 726) HD (464-S1, A2, 538.151 398-1-2-3-4-5), documentos de amortización CENELEC.

Los transformadores serán dimensionados para una potencia tal que podrán alimentar, en caso de que uno de los transformadores se encuentre fuera de servicio, los servicios de las estaciones, los tramos de túnel adyacentes y un ventilador del pozo de ventilación, sea aguas arriba o aguas abajo de la estación.

n. 1 Cuadro BT general (TGBT).

n.1 Cuadro sinóptico de comando y control

n.1 Cuadro relé de protección

15.1.2 Grupo estático de continuidad

El sistema de distribución y de suministro de energía eléctrica previsto deberá ser tal que garantice siempre la energía eléctrica a los sistemas civiles; de todas maneras existen sistemas que necesitan una continuidad absoluta de energía corriente y no pueden aceptar ninguna interrupción aunque sea solo de pocos segundos (tiempo necesario para la intervención de los interbloques electromecánicos –enclavamiento electromecánico); ya que pondrían en riesgo la seguridad de las personas o provocaría la pérdida de datos y las impostaciones de los programas. Por tales motivos el diseño deberá prever un grupo estático de continuidad que alimentará todos los servicios de las estaciones y del túnel considerados de primordial importancia para el funcionamiento de las instalaciones, es decir, de "emergencia", serán alimentados por el cuadro de emergencia a través del grupo estático de continuidad. Por lo tanto, se garantiza para estas instalaciones una fuente adicional de "emergencia".

15.1.3 Paneles de distribución de energía

Los paneles eléctricos de distribución principal y secundaria, sea para la alimentación normal o la de emergencia, serán diseñados y construidos según la norma BS EN 60439, completamente cerrados, ensamblados en fábrica, con la parte anterior no accesible, apoyados al piso y a la pared.

En cada estación se presentan cuadros eléctricos de distribución: consistirá en un único cuadro *general* (TGBT) y de cuadros secundarios (Q.Atrio, Q.andenes etc.), con respecto a las instalaciones de potencia eléctrica para las estaciones, túneles y pozos de ventilación. El cuadro eléctrico general (TGBT) estará constituido por dos secciones, una al servicio de los usuarios, alimentado por red normal, y la otra, al servicio de los usuarios, alimentado por red SAI-UPS(emergencia).

El cuadro eléctrico principal dedicado a la sección de usuarios de la red normal, alimenta a todas las tomas de corriente ubicadas en la estación y el túnel, las escaleras mecánicas, los ascensores, los ventiladores de estación y de los pozos, el 50% de todos los circuitos del túnel y de la estación.

El cuadro de emergencia incluirá los circuitos de alumbrado de emergencia en túnel y en estación; alimentando alrededor del 50% de todos los circuitos de luz de la estación y del túnel.



15.1.4 Instalaciones de iluminación

En zonas de las estaciones accesibles al público a lo largo del perímetro del vestíbulo, el mezanine, pasillos y escaleras y el nivel del andén, estarán previstos de cuerpos iluminados equipados con lámparas con yoduro metálicos. En adición, a nivel del andén estará previsto un sistema de iluminación compuesto de canales luminosos que contengan las luminarias. Incluso en correspondencia a las escaleras mecánicas, fijas y pasillos serán previstos luminarias o en canales luminosos o colocado en el falso techo.

El diseño del sistema de iluminación deberá ser diseñado en conformidad con la última edición de las siguientes normas y directivas:

- NFPA 101, Normas de seguridad.
- NFPA 130, sistema de transporte ferroviario de pasajeros.
- BS EN 12464-1, Luces e iluminación- Iluminación de puestos de trabajo-Puestos de trabajo internos.
- BS4533: para aparatos de iluminación.
- BS EN 60081, 60662, 61167: para lámparas fluorescentes, de alta presión.
- EN 60529, especificaciones para los grados de protección de las cubiertas (IPcode).
- EN 61000, Compatibilidad electromagnética (EMC).

Los niveles de iluminación deberán ser conforme a los estándares BS EN 12464-1.

Los niveles de iluminación que se deberán mantener, serán los siguientes:

Tabla 11. Niveles de iluminación

	E_{medio} (lux)	$E_{\text{min}}/E_{\text{medio}}$ (lux)
Oficinas	500	1/4
Salas de control	400	1/4
Ingreso estaciones	200	1/4
Atrio	200	1/4
Andenes	200	1/4
Corredores	100-200	1/4
Boletería	200	1/4
Paso inferior pasajeros	100	1/4
Locales técnicos eléctricos y mecánicos	200	1/4
Escaleras fijas y mecánicas	100	1/4
Servicios higiénicos	100	1/4
Accesos a los túneles	50	1/4

Las instalaciones de iluminación para los espacios públicos serán diseñadas para el siguiente funcionamiento:

- El 50% de la iluminación será suministrado de manera norma (red)
- El 50 % de la iluminación se alimentará en caso de emergencia (de grupo estático de continuidad con computación automática) cada luminaria del sistema de emergencia estará provistas de batería autónoma de alimentación.



- 50% de la iluminación de emergencia (igual a 25% total) será realizado con función de iluminación nocturna.

El sistema de iluminación de emergencia deberá ser diseñado en conformidad con la última edición de las siguientes normas y directivas:

- NFPA 101 Normas de seguridad.
- NFPA 130 Sistemas de transporte ferroviarios de pasajeros.
- BS 5266 Iluminación de emergencia.
- BS 4533 Aparatos de iluminación de emergencia.

El porcentaje de aparatos de iluminación en distintas zonas, que deberán ser alimentados por la red de emergencia, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12. % de iluminación de emergencia con referencia a la iluminación normal

Local/Zona de la estación	Iluminación de emergencia como porcentaje de iluminación normal
Oficinas	30%
Andenes	100%
Subestación eléctrica	50%
Locales técnicos electromecánicos	50%
Comunicaciones y señalización	50%
Escaleras fijas/mecánicas	100%
Centro local de control	100%
Servicios higiénicos	100%
Corredores, áreas de circulación, atrio	50%

Por cada local técnico se prevé, en el circuito de emergencia, al menos un grupo autónomo (baterías).

En los locales técnicos los valores de iluminación no será inferior a 200 lux con un grado de uniformidad de no menos 0,5/0,7.

La tipología de luminarias de zonas de la estación abierta al público será principalmente:

- de tipo tubular fluorescente y serán instaladas en canales de iluminación adecuados, con grado de protección mínimo de IP40 para la iluminación de las zonas de los andenes;
- de tipo tubular fluorescente para la iluminación de las escalera de emergencia de la zona de los andenes instalados en el tumbado o en la pared;
- del tipo halogenuro metálico para la iluminación del atrio y del mezanine.

En alternativa se podrán utilizar luminarias de tipo LED.

15.1.5 Tomas de corriente

Serán previstos circuitos eléctricos para la alimentación de las tomas de corriente disponibles para las actividades de mantenimiento de los sistemas y para las operaciones de limpieza serán realizadas las siguientes líneas:

- tomas bajo andén



- tomas andén
- tomas mezanine
- tomas vestibulo
- tomas local tecnológico

Las tomas son del tipo CEE 17 trifásica y/o bifásico, con interruptor, fusible e interruptor mecánico.

15.1.6 Líneas de alimentación eléctrica

Serán previstas líneas eléctricas para alimentación de las siguientes utilidades:

- sistemas de ventilación / aire acondicionado / extracción;
- bomba de elevación de aguas claras y negras;
- sistemas de elevación;
- sistema de control de pasajeros (torniquetes y máquinas automáticas de venta de billetes)
- sistemas especiales.

Serán realizadas, por lo tanto, líneas específicas de alimentación eléctrica para cada uno de los circuitos anteriores, protegidas mediante interruptor magneto térmico a calibración coordinada con la sección del cable. Aguas abajo de la línea se ubicarán cuadros de zona dotados de equipos de desconexión y protección diferencial de las instalaciones y del personal de mantenimiento.

Deberán ser previstas medidas para evitar la propagación del fuego a lo largo de los cables (Que estarán dispuestos en conductos y / o tuberías) y para reducir la emisión de humos y gases tóxicos y corrosivos.

Por esta razón, todos los cables deben ser retardantes de fuego y baja emisión de humo y gases tóxicos, de acuerdo con la norma NFPA 70.

En los cruces de estructuras o de pisos, deberán haber dispuestos tabiques cortallama.

Para la alimentación de los servicios de seguridad se deben instalar cables de tipo resistente al fuego, según norma NFPA 70.

Las líneas de alimentación deberán ser diseñadas de conformidad con la última edición de las siguientes normas:

- NFPA 70 Código Eléctrico Nacional;
- NFPA 101 Código de Seguridad;
- NFPA 130 Norma para sistemas de tránsito sobre rieles fijos y sistemas de transporte ferroviario de pasajeros.

15.1.7 Anti Intrusión

Todas las estaciones y los pozos de línea, contarán con un sistema de alarma con el fin de controlar el estado de:

- las puertas de acceso a los locales técnicos de la estación,
- las puertas de conexión entre los andenes y el túnel,



- las puertas de las salidas de emergencia
- las rejas de comunicación de la estación y del túnel con el exterior;
- las compuertas de cierre de los accesos a la estación y de los extintores de aire contra fuego.

La instalación consta de una central de control, autoalimentada, equipada con diagnóstico y control continuo del estado de los sensores, conectada mediante líneas hechas a bucle cerrado. Los sensores constarán de contactos magnéticos instalados en los sitios coincidentes con situaciones de violación de la seguridad. Como integración de la red se colocan detectores volumétricos y lectores de tarjetas, para consentir el acceso del personal de mantenimiento en las áreas técnicas de la estación y de los pozos.

15.1.8 Detección de incendios

Para la vigilancia de los locales técnicos, de los compartimentos del ascensor y de las escaleras mecánicas, así como también de las áreas abiertas al público, se instalará en cada estación un sistema de detección de incendio, extendido también a los pozos de emergencia y ventilación.

El sistema consta de una central de detección automática, auto-alimentada y dotada de diagnóstico que supervisa los sensores y puede detectar situaciones anormales o alteraciones del correcto funcionamiento del sistema.

Los sensores deberán garantizar la rapidez de detección y de respuesta. Además deberán ser adecuados como para identificar falsas alarmas.

15.1.9 Escaleras mecánicas

En las estaciones se construirán estructuras de elevación para los pasajeros diseñadas coherentemente con la necesidad de flujos durante las horas de punta.

Todos los sistemas a servicio de las escaleras mecánicas deberán ser diseñados de conformidad con la última edición de las Normas y disposiciones:

- Referencia a la Ingeniería Básica para licitación;
- NFPA 70 Código Eléctrico Nacional;
- NFPA 101 Código de Seguridad;
- NFPA 130 Norma para sistemas de tránsito sobre rieles fijos y sistemas de transporte ferroviario de pasajeros.
- EN 115 Seguridad de las escaleras mecánicas y de las aceras móviles;
- BS 5655, UNI ISO 4190, BS 7255 e EN 81 para los sistemas de ascensores.
- BS EN 115 e BS 5656 Reglas de seguridad para la construcción e instalación de escaleras mecánicas y aceras móviles.

Las escaleras mecánicas tendrán un ancho mínimo de paso de 1,00 m, de inclinación estándar de 30°, el número de gradas por piso, sea en el ingreso que en la salida, no deberá ser inferior a 3. La velocidad estándar será de 0,5 m/s con la posibilidad de aumentar hasta 0,75 m/s en el caso de estaciones con menores requerimientos de demanda. Deberá ser posible el funcionamiento bidireccional.



El comportamiento de las escaleras mecánicas se relaciona con las condiciones de funcionamiento de la estación con el fin de asegurar automáticamente una modificación del funcionamiento, en función de las necesidades (condiciones normales o de emergencia).

Las escaleras mecánicas contarán con un aspersor de extinción automática de incendios (rociadores). Los equipos estarán también controlados a través de las redes de detección de incendios y video vigilancia. El estado operativo y funcional de las instalaciones será objeto de seguimiento por parte del sistema de supervisión.

Se deberán proporcionar interruptores de emergencia en los extremos de las escaleras.

Para las escaleras mecánicas externas se debe garantizar también un adecuado sistema de bloqueo de las entradas a las estaciones.

Las escaleras mecánicas deberán ser diseñadas para un tiempo de funcionamiento de 24 horas/día.

15.1.10 Ascensores

Los ascensores serán provistos de manera tal que puedan realizar las conexiones desde el nivel de terreno hasta el nivel del vestíbulo y del andén de la estación. En el diseño de las conexiones con los ascensores se tendrá en cuenta la necesidad de paso de los pasajeros a través de la línea de bloques.

Los ascensores serán totalmente accesibles a todos los usuarios con discapacidades.

Las instalaciones cumplirán con la correspondiente normativa vigente y, en particular:

- NFPA 70 Código Eléctrico Nacional ;
- NFPA 101 Código de Seguridad;
- NFPA 130 Norma para sistemas de tránsito sobre rieles fijos y sistemas de transporte ferroviario de pasajeros.
- BS 5655, UNI ISO 4190, BS 7255 e EN 81 para los sistemas de ascensores

El tamaño de referencia se identifica con una capacidad de 12 personas y 1000kg de capacidad portante.

Las características fundamentales de los ascensores, en función de la estación y de los requisitos de rendimiento deberían incluir:

- capacidad portante;
- capacidad;
- eventuales detenciones en función de los varios niveles de la estación;
- velocidad (arriba, abajo);
- accionamiento eléctrico sin espacio de máquinas o lubricación dinámica indirecta.

Se prevén las siguientes interfaces con otras redes:

- sistema de detección de incendios;
- sistema de vigilancia;
- sistema de intercomunicación;
- sistema de supervisión.

El ancho mínimo de las puertas será de 900mm.



La velocidad mínima será de 1m/s.

Todas las puertas de acceso a los pisos desde los ascensores serán del tipo corredizas R120.

15.1.11 *Sistemas de ventilación*

Los sistemas de ventilación de las estaciones y de los túneles tendrán la finalidad de recambiar de manera continua el aire, supervisando y controlando la sobre elevación de temperatura en las estaciones y túneles, generado por el desarrollo de calor en los convoyes ferroviarios y otras fuentes endógenas y mantener condiciones de confort aceptables para los usuarios durante todas las estaciones del año.

El sistema de ventilación en condiciones normales de funcionamiento es fundamental para la eliminación de polvos y partículas en movimiento a causa de la marcha y detención de los trenes.

El sistema de ventilación deberá ser dimensionado para contener la elevación de la temperatura debido al calor producido al interior de la estación (equipos y pasajeros).

El sistema de ventilación se dimensiona para hacer frente al control, el direccionamiento y la eliminación de los humos al exterior, en las condiciones de emergencia causadas por el desarrollo de un incendio en túnel o en estación.

Para asegurar un correcto diseño y dimensionamiento de los sistemas, es necesario desarrollar, en una etapa temprana de diseño preliminar, un análisis termo fluido dinámico de la línea, identificando la correcta cantidad de aire a introducir y/o extraer en los diversos escenarios de referencia en las condiciones de funcionamiento normal y de emergencia de incendio.

El proyecto de detalle profundizará este análisis, utilizando herramientas de cálculo automático que, dadas las características geométricas fundamentales de la línea y las estaciones, las condiciones de contorno, las características de los trenes y de la fuente de alimentación de energía eléctrica, la presencia de otras instalaciones secundarias y de los pasajeros, simulará el funcionamiento del sistema de ventilación en condiciones normales y en caso de emergencia.

Estas simulaciones deben estar relacionadas con los modelos de simulación utilizados para el cálculo de los tiempos de evacuación de la estación indicados en el párrafo 13.3, la determinación de la eficacia del sistema para garantizar el rescate de los pasajeros.

Los resultados del análisis, serán evaluados también con los resultados obtenidos de la experiencia en otras líneas de Metro en el mundo.

Los sistemas de ventilación de las estaciones y de los túneles serán diseñados de conformidad con las siguientes normas:

- NFPA 130 Norma para sistemas de tránsito sobre rieles fijos y sistemas de transporte ferroviario de pasajeros.
- NFPA 92A Norma para sistemas de control de humo;
- NFPA 92B Norma para sistemas de gestión de humo en centros comerciales, atrios y grandes espacios;
- NFPA 204 Norma para humo y calor;

Los sistemas de ventilación de la estación estarán previstos para proporcionar una doble funcionalidad:



- proveer el intercambio de aire en la estación durante su normal funcionamiento en las zonas abiertas al público y en los locales técnicos;
- en caso de incendio de un tren detenido en el andén, asegurar la rápida extracción de humos y ayudar a mantener las rutas de evacuación libres de humo.

El sistema de ventilación del túnel se realizará con el objetivo de recambiar el aire y eliminar el calor disipado durante el normal funcionamiento de la línea, y para evacuar los humos producidos por un posible incendio.

En el Puesto Central, un software especial estará en grado de dirigir, en caso de emergencia de incendio, la lógica push-pull de los ventiladores de estación y del túnel y su velocidad, lo cual se regirá sobre la base de la señalación emitida por las alarmas de detección de incendios en la estación y en el tren, en función de la posición del tren incendiado en estación o detenido en el túnel.

Todos los sistemas de ventilación de las estaciones y pozos de ventilación se realizarán con componentes adecuados, los cuales vienen descritos en las especificaciones ASHRAE y normas de la sociedad americana de calefacción, refrigeración y aire acondicionado ASHRAE 62-2007. SMACNA estándar para los canales y construcción 2005 y sus sucesivas integraciones y modificaciones, y serán:

- ventiladores reversibles al 100 % y con certificados de resistencia al fuego para una temperatura máxima y un tiempo determinado;
- conductos adecuados y certificados para la extracción de humos o la emisión de aire limpio en las zonas afectadas por el humo o el fuego;
- componentes auxiliares adecuados y certificados para conducir o resistentes a altas temperaturas.

Todos los estados de funcionamiento y de alarma de los sistemas antiincendios serán reportados al Puesto Central.

A lo largo de las rutas de evacuación se deben instalar otros sistemas de protección, destinados a obstaculizar los humos, con una distancia entre ellos no mayor a 60m. Estas instalaciones deben permanecer en funcionamiento durante al menos 20 minutos.

El sistema deberá ser realizado con sobrepresión de aire u otro sistema adecuado y equivalente.

Por lo tanto, el modelo de cálculo termo fluido dinámico al cual se hace referencia para los sistemas de ventilación, verificará la eficiencia del sistema de protección que se ha propuesto.

El sistema de protección entrará en funcionamiento de forma automática con la detección del incendio o en forma manual desde el Puesto Central.

15.1.12 Sistema antiincendio

Teniendo en cuenta los requisitos contenidos en la NFPA 130, que impone de todos modos la instalación de diversos sistemas y equipos de protección contra incendios, se realizará un análisis de los riesgos relacionados con el entorno de la estación y de la línea de metro.

Este análisis, permitirá la individualización del sistema de protección contra incendios para cada zona de la estación y el medio de extinción más apropiado para implementar una estrategia antiincendio.

Los niveles mínimos de protección, son esencialmente los siguientes:



- sistema antiincendio con hidrantes o mangueras por andén y en las otras áreas de la estación, de manera tal que cada punto del área protegida no diste más de 30m de un hidrante;
- sistema antiincendios automático con rociadores (sprinkler) en los vanos internos de las escaleras móviles.
- sistema antiincendios automático con rociadores (sprinkler) a lo largo del recorrido del tren en el andén.
- sistemas de hidrantes en los túneles, dispuesto de manera tal que cada punto protegido no diste más de 60m de un dispositivo;
- extintores portátiles a polvo distribuidos de forma tal que se encuentre al menos 1 cada 300m² de superficie útil, desplazando al menos uno en proximidad del compartimiento del motor de las escaleras móviles, ascensores y de los accesos a los locales técnicos;
- extintores a CO₂ en los locales técnicos y en las zonas con equipos eléctricos;

Para el sistema antiincendio a hidrantes el funcionamiento simultáneo establecido por NFPA 130 es de al menos tres hidrantes con un caudal mínimo de 200 l/m en cada uno a una presión residual de 4 bar para el hidrante más desfavorable.

Para los sistemas de rociadores (sprinkler) la presencia será al menos la que se define por la NFPA13.

Los suministros de agua para los sistemas de lucha contra incendios serán provistos por la red de la ciudad. La presurización de las instalaciones se realizará a través de apropiadas bombas de succión desde un tanque de almacenamiento de tamaño suficiente para una reserva de al menos una hora al caudal máximo de los sistemas operando de manera simultánea. Todas las instalaciones antiincendio con agua estarán equipadas con un sistema de fijación para el camión de los bomberos instalado desde el exterior.

Todos los estados funcionales y de alarma de los sistemas de protección contra incendios serán reportados al Centro de Control.

Otros tipos de instalaciones contra incendios deberán ser verificados con modelos de cálculo y respetando la normas nacionales e internacionales.

15.1.13 Sistema hídrico sanitario y servicios higiénicos

Las instalaciones sanitarias deberán cumplir la función de suministrar agua fría para los servicios higiénicos.

El agua fría será captada directamente de la red de la ciudad. Al nivel del vestíbulo estará previsto un tanque de almacenamiento que permitirá la distribución mediante una autoclave.

Los servicios higiénicos para el público serán del tipo con tecnología de auto-limpieza y utilizables por personas con discapacidad. El número de los servicios higiénicos de auto-limpieza en las estaciones se calculará en función del número previsto de hacinamiento en la estación, con un número mínimo de tres servicios, uno de los cuales será dedicado a las personas con discapacidad, en silla de ruedas.

En cada caso se dimensionarán en función de la norma A.110 - Transportes y telecomunicaciones - artículo 9 - Servicios sanitarios

En cada estación será previsto también servicios sanitarios para el personal. Para los servicios higiénicos para el personal y para el público también se preverá el suministro de agua caliente sanitaria mediante calentadores eléctricos.



Para el cálculo de los requerimientos de agua y de las descargas de los servicios higiénicos, la simultaneidad en el funcionamiento será la establecida considerando las unidades de carga y descarga como se muestra en las normas EN 806-1-2-3 para los servicios higiénicos públicos.

15.1.14 Sistema de refrigeración para locales tecnológicos

Todos los locales tecnológicos con elevada disipación de calor por los equipos instalados y/o donde sea necesario el control de la temperatura ambiente para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, poseerá un sistema de refrigeración sin control de la humedad.

Para locales tecnológicos o de servicio donde el aumento del calor está contenido o no es requerido el mantenimiento de una temperatura ambiente específica, en función de la ubicación y de las características geométricas del local, será prevista una ventilación forzada.

En la determinación del número de renovación de aire desde el exterior para los locales tecnológicos y de servicio de las estaciones, en caso de presencia de una refrigeración sin control de la humedad, la renovación puede ser reducida a un mínimo indispensable para evitar la permanencia de olores desagradables y garantizar condiciones ambientales saludables para el personal de mantenimiento.

El sistema de refrigeración de los locales técnicos será del tipo a expansión directa con un condensador a motor ubicado en el nicho de extracción del aire viciado de la estación y con unidades splits en los locales.

Toda la instalación será controlada localmente y a remoto a través del sistema de supervisión.

15.1.15 Sistema de recolección y elevación de las aguas claras

Todas las aguas de diferentes orígenes (esencialmente: agua de lluvia, infiltraciones de agua provenientes de las estructuras de los túneles, aguas resultantes de la activación de la instalación anti incendio) serán conducidas a depósitos de drenaje obtenidos en los puntos mínimos identificados en la estación. En estos depósitos, dimensionados de acuerdo con la cantidad de agua afluente, se instalarán electrobombas de elevación. Estas electrobombas canalizarán las aguas claras en dirección del cuerpo receptor más apropiado que será indicado por el administrador de la cloaca municipal. El sistema de elevación se compone de por lo menos tres electrobombas con impulsores capaces de elevar también materiales fibrosos y sólidos. Una electrobomba está en condiciones de eliminar todo el caudal de agua afluente previsto en el depósito, la segunda electrobomba está prevista para enfrentar situaciones excepcionales, la tercera electrobomba es de reserva eléctrica y/o mecánica.

Las electrobombas serán de tipo sumergible, insertables y extraíbles con guías y sistema de acoplamiento directo en el fondo del depósito.

Debe preverse la rotación cíclica de bombas eléctricas y el control local y a remoto será a través del sistema de supervisión.

15.1.16 Sistema de recolección y elevación de las aguas negras

Donde sea necesario por problemas de nivel respecto a las cloacas municipales, se prevé un sistema de recolección y elevación del estiércol líquido proveniente de los servicios sanitarios.

El sistema de recolección será dimensionado en función de la cantidad de estiércol líquido a eliminar y podrá ser constituido por un contenedor prefabricado. Las electrobombas serán siempre de tipos sumergibles, con características idóneas para el servicio de elevación del estiércol líquido y en condiciones de ser fácilmente insertadas y extraídas en el contenedor.



La descarga de las aguas negras se realizará con tuberías en polietileno, que bombeará el estiércol líquido en un colector que constituye el punto de entrega del agua a la cloaca municipal.

15.2 Instalaciones del túnel

Además de los sistemas de ventilación y de elevación de las aguas del túnel que fueron mencionados en los párrafos anteriores, el túnel está equipado con instalaciones eléctricas para la iluminación y distribución de potencia, ilustradas a continuación:

15.2.1 Sistema de iluminación en el túnel

A lo largo de los túneles de la línea se contará con un sistema de iluminación alimentado por dos circuitos diferentes, uno normal y otro de emergencia derivados del Tablero General de Estación (TGBT).

El sistema de iluminación de emergencia, que deberá ser comandado a remoto desde el puesto central, será previsto para iluminar los pasos de servicio del túnel y el túnel con un nivel de 30 lux.

La instalación de luz normal se realizará para la iluminación de un nivel medio de 10 lux en la vía.

El equipo de iluminación, con grado de protección IP65, las luminarias de emergencia serán equipadas con grupo de batería / inversor con autonomía de 1h y kits de diagnóstico.

15.2.2 Sistema de distribución de potencia en túnel

A lo largo de todo el túnel se realizará un sistema de distribución de energía constituido por grupos de tomas interbloqueadas de tipo estaño IP65. Estas tomas se prevén para permitir las obras de mantenimiento. La distancia entre grupos de tomas será de aproximadamente 50m y a lo largo de los 2 lados del túnel serán escalonados en 25m.

Las tomas de corriente serán de tipo CEE 17 trifásica y bifásica, con seccionador, fusible e interbloqueo mecánico.

15.2.3 Interruptores de emergencia de línea

En los túneles y cerca de las estaciones (en proximidad de las puertas de servicio / emergencia de andén, lado túnel) directamente accesibles desde los pasillos laterales, serán previstos, con cadencia no superior a 50m, para el comando de la desconexión del sistema de tracción eléctrica entre las dos subestaciones adyacentes al tramo que contiene el interruptor mismo.

El reestablecimiento de las condiciones normales de funcionamiento, o la reconexión de la línea ocurrirá sólo después de llevar a las condiciones de reposo el interruptor, accionado previamente, cerrando (después del envío del respectivo comandolocal o a remoto) los interruptores extra-rápidos de la subestación.

Los interruptores de emergencia se colocarán en cada lado del túnel, en todos los tramos donde haya doble vía; Tendrán grado de protección IP65.

Cada interruptor deberá tener una abreviatura de identificación propia a través un código alfanumérico relativo al tramo, a la vía y a la numeración progresiva.

Un sistema de control centralizado permitirá la identificación rápida y automática al Puesto Central del interruptor accionado.



15.2.4 Sistema antiincendio

En el túnel se instalará una red de hidrantes antiincendio dimensionada con los criterios descritos en el capítulo de instalaciones de la estación.

La línea de alimentación será prevista en ambos lados del túnel.

Las conexiones para los hidrantes estarán previstas cada 60m.

En correspondencia de las entradas a los túneles (estaciones) estarán previstos armarios especiales que contengan 4 mangueras y 4 lanzas.

15.3 Pozos de emergencia y ventilación

En los pozos de ventilación se realizarán las siguientes instalaciones:

- sistema de ventilación (ver par.15.1.11)
- paneles de distribución de energía (ver. par.15.1.3);
- tomas de corriente (ver. par.15.1.5);
- sistema antiincendio;
- sistema de detección de incendios (ver. par. 15.1.8);
- sistema de iluminación;
- sistema antintrusion (ver. par.15.1.7).

15.3.1 Sistema de iluminación

Por cada local técnico en el pozo de ventilación se prevé, en el circuito de emergencia, al menos un grupo autónomo (baterías con tiempo de funcionamiento de 60minutos mínimos).

En los locales técnicos los valores de iluminación no serán inferiores a 200 lux con un grado de uniformidad de no menos de 0,5/0,7.

La tipología de luminarias de los locales técnicos será principalmente de tipo tubular fluorescente, con grado de protección de mínimo IP40.

15.3.2 Sistema antiincendio

Teniendo en cuenta los requisitos contenidos en la NFPA 130, que impone de todos modos la instalación de equipos de protección contra incendios, los niveles mínimos de protección, son esencialmente los siguientes:

- extintores a CO₂ en los locales técnicos y en las zonas con equipos eléctricos.

15.3.3 Sistema de ventilación

El sistema de ventilación y pozos de ventilación se realizará con los componentes adecuados, los cuales están descritos en las especificaciones ASHRAE y normas de la sociedad americana de calefacción, refrigeración y aire acondicionado ASHRAE 62-2007. SMACNA estándar para los canales y construcción 2005 y sus sucesivas integraciones y modificaciones, y serán:

- n.2 ventiladores reversibles al 100 % y con certificados de resistencia al fuego para una temperatura máxima y un tiempo determinado;



- conductos adecuados y certificados para la extracción de humos o la emisión de aire limpio en las zonas afectadas por el humo o el fuego;
- componentes auxiliares adecuados y certificados para conducir o resistentes a altas temperaturas.

Todos los estados de funcionamiento y de alarma de los sistemas antiincendios serán reportados al Puesto Central.

15.4 Sistemas de puesta a tierra

De acuerdo a las normas IEC, y la NFPA 70, en las estaciones, en los túneles y en los pozos se realizarán sistemas de puesta a tierra que consisten en:

- redes de señalización de potencial
- redes equipotenciales
- conexiones principales y dorsales
- derivaciones a los equipos.

Los sistemas de puesta a tierra están divididos en:

- sistema a tierra de estación
- sistema a tierra de túnel
- sistema a tierra del pozo

En el túnel, el sistema de conexión a tierra se llevará a cabo de la siguiente manera: interrumpiendo, por la colocación de tabiques aislantes, la estructura en hormigón armado de la construcción del túnel con el fin de evitar la formación de un "conductor equivalente", dispuesto en paralelo al circuito de retorno en el que pueden fluir corrientes de tracción eléctrica causando peligrosos fenómenos de corrosión.

La instalación, por lo tanto, se constituirá por:

- la Tierra Ferroviaria (TF): consiste en el circuito de retorno de la tracción
- la Tierra del Túnel (TT): consiste en el conjunto de barras de la estructura del túnel y de un conductor equipotencial conectado a ellos en paralelo ubicado en ambos lados del túnel.

Las redes de dispersión se unirán conectándose a las estructuras de hormigón armado y se realizarán con estructura de malla. Las mallas dispersantes se realizarán principalmente por debajo de las zonas de los locales tecnológicos y bajo las barreras de entrada/salida del entrepiso.

Las mallas dispersantes se realizarán con la disposición en algunos puntos de la misma malla a los que serán fijadas las cuerdas aisladas que forman las dorsales principales, de los sistemas de conexión a tierra de la estación o de los pozos.

Estas dorsales estarán presentes también en los tramos de túnel inmediatamente adyacentes al cuerpo de la estación.

15.5 Sistemas del Patio-Taller

15.5.1 Instalaciones eléctricas

15.5.1.1 Generalidades



El patio-taller está equipado con instalaciones eléctricas, a saber:

- cabina MT/BT para la alimentación de los dispositivos eléctricos;
- sistema de iluminación (interna y del espacio externo) y de fuerza motriz;
- red de tierra y conexiones equipotenciales;

Para cuyas características y funcionalidad véase los párrafos anteriores.

15.5.1.2 Alimentación eléctrica de baja tensión

La alimentación eléctrica de baja tensión de cada taller se efectuará a partir del tablero general de la subestación de alumbrado y fuerza. Dicho tablero general permitirá una alimentación por edificio o por función según la repartición mínima siguiente:

- edificio de talleres
- torno de foso,
- edificio de cocheras,
- máquina de lavado de trenes,
- puesto central de supervisión
- puesto de seguridad,
- locales técnicos
- alumbrado exterior.

Los talleres y edificios tendrán, un sistema de distribución que cubra, entre otros:

- la distribución de los tomacorrientes,
- la conexión de los equipamientos y máquinas de gran tamaño,
- los tomacorrientes de servicio de los locales técnicos,
- los equipamientos de baja corriente (informática, telefonía, video vigilancia, audio, indicación de la hora, antintrusión, etc.)
- los dispositivos lumínicos,

Se repartirán de manera uniforme armarios eléctricos multifuncionales en los talleres.

Todos los locales de trabajo o los locales técnicos del complejo contarán con al menos un armario eléctrico multifuncional.

A lo largo de las vías de mantenimiento de los trenes también se instalarán armarios eléctricos multifuncionales. Estos se dispondrán a cada lado de los trenes y en foso y en una proporción de un armario por coche.

Todos los equipamientos o máquinas-herramientas de emplazamiento fijo serán alimentados en forma directa.

La estimación de la potencia de los equipamientos o herramientas que deberá ser confirmada por los proveedores que sean consultados en la fase de proyecto constructivo.

Todas las oficinas contarán con tomacorrientes 10/16 A por puesto de trabajo y un tomacorriente de servicio para el aseo (aspiradoras).

Todos los trazados de electricidad y corrientes de baja tensión, los centros, los interruptores, enchufes y redes de fuerza se realizarán de acuerdo al proyecto eléctrico.



Todo el trazado eléctrico y de corrientes débiles se realizará entre vigas estructurales, se dejarán pasadas en las vigas para el paso de las mismas. En ningún caso, en las áreas de uso no industrial (edificio administrativo, edificio de servicios del personal de limpieza, etc.) las canalizaciones eléctricas estarán a vista de público. En dichos edificios, estas canalizaciones deberán ser tratadas con sumo cuidado estético en el arranque y conexión de cada equipo de iluminación considerado en la iluminación de este sector.

15.5.1.3 Iluminación

Se privilegiará, en la medida de lo posible, la luz natural en los talleres y oficinas usados por los empleados.

Los niveles de iluminación respetarán las normas y decretos vigentes al respecto.

Además, se deberá respetar como mínimo los valores siguientes, medidos a 1 m del suelo:

Tabla 13. Niveles de iluminación en los locales del taller y cochera

ZONAS	NIVEL DE ILUMINACIÓN
Oficinas - Talleres electrónicos	500 lux
Zonas de trabajo (vías de aseo, talleres, fosos, estación de servicio)	300 lux
Bodegas, zona de almacenamiento	200 lux
Camarines - Sanitarios	150 lux
Locales técnicos - Cocheras	150 lux
Circulaciones peatonales exteriores, escaleras	150 lux
Iluminación exterior	30 lux
Comedor	300 lux

Los comandos de iluminación se dividirán en zonas funcionales.

Asimismo, se preverá un dispositivo de corte del alumbrado por zona funcional desde el armario general, permitiendo así el mantenimiento seguro de los aparatos.

En zonas administrativas también se analizará la posibilidad de instalar luminarias tipo LED como fuente luminosa en aquellos lugares donde las condiciones visuales lo permitan y sea económicamente justificable.

En las zonas del edificio con alumbrado natural se instalarán, en la zona perimetral (en los 3 primeros metros), luminarias de tipo regulable con control del flujo luminoso en función del nivel de iluminación. De esta forma se reducirá el consumo cuando el alumbrado natural es suficiente.

El resto de luminarias serán regulables sin control del flujo luminoso, subiendo el flujo luminoso en función de la vida de la lámpara, manteniendo por tanto constante el nivel de iluminación.

También se regulará el flujo luminoso por zonas para dotar al sistema de un alumbrado de vigilancia en horas nocturnas en aquellas zonas que no tengan un uso continuado.

En los pasillos, lavabos, despachos y salas de reuniones se instalarán detectores de presencia con temporización para apagar el alumbrado cuando no haya ocupación.

En el caso de los talleres y puestos de trabajo de las vías de mantenimiento de los trenes, la división funcional podrá subdividirse en comandos localizados para así tomar en cuenta la luz natural y limitar la iluminación artificial.



El sistema contemplará el apagado automático de la totalidad de los dispositivos de iluminación cuando los talleres no se encuentran en servicio, e incluirá un accionamiento forzoso desde el armario general.

Además, se preverá un sistema de alumbrado mínimo en cada edificio con el fin de realizar inspecciones nocturnas de seguridad.

Esta iluminación de seguridad se realizará conforme a la reglamentación vigente.

Se requiere un comando de alumbrado exterior automático con interruptor crepuscular y manual.

El alumbrado de las cocheras será diseñado teniendo en cuenta el enmascaramiento que producen los trenes.

Los dispositivos de iluminación exterior podrán ser instalados en los edificios y, en determinadas condiciones, en los postes de catenaria.

Su calidad será suficiente como para reducir el consumo eléctrico y a su vez cumplir con las exigencias lumínicas. Se optará prioritariamente por equipos de bajo consumo y para la reducción de la polución lumínica.

Los dispositivos lumínicos instalados en los fosos de los talleres serán empotrados o contarán con una protección ante la posible caída de herramientas.

15.5.2 Instalaciones especiales

Las instalaciones especiales conciernen al conjunto de los servicios y las tecnologías relacionadas:

- a los **equipos de comunicación** (sistema de sonorización, telefonía, etc.) a los que se da continuidad fuera de la línea, como por ejemplo en el patio;
- a las **instalaciones de seguridad** como las redes de vigilancia de intrusión y de incendio, de los cuales se ha hablado de manera general en los párrafos anteriores, a los que debe hacerse referencia para las características y prestaciones.

15.5.2.1 Equipos de comunicación

Sonorización del área

Se instalará un sistema de megafonía por zonas, que permita:

- emitir avisos en el entorno de las vías de mantenimiento a partir de micrófonos instalados en la fachada del edificio, cerca del ingreso de los trenes (aviso de seguridad sobre el movimiento de los trenes),
- emitir avisos a todos los talleres simultáneamente desde las oficinas de dirección,
- emitir avisos a todas las zonas donde se encuentren los trabajadores, simultáneamente.

Indicación de la hora

Cada área de los talleres y oficinas contará con un reloj principal, sincronizado al sistema general.

Telefonía

Cada taller contará con un conmutador automático telefónico con una reserva de 30 %, extensible a 200 % de su capacidad inicial. Todas las oficinas dispondrán como mínimo de un teléfono conectado a la red interna por puesto de trabajo.



Los locales de almacenamiento, así como los locales técnicos, contarán con al menos un teléfono.

Red de comunicación

Todas las oficinas dispondrán de interfaces RJ45 1Gb por puesto de trabajo.

La maquinaria pesada de los talleres contará con una interfaz RJ45 para realizar el mantenimiento a distancia (máquina de lavado, torno en foso, gatos en foso).

Será necesario incluir los dispositivos de conexión cruzada y armarios de cableado necesarios para un funcionamiento perfecto de las instalaciones.

Además, se instalará una red Wi-Fi que cubra toda la superficie de los complejos.

15.5.2.2 Instalaciones de seguridad

Se preverán los siguientes sistemas de seguridad:

- CCTV.
- Control de accesos.

Cada sitio será cerrado y cercado y además se instalará un sistema anti intrusión alrededor del complejo.

También se instalará una red de cámaras, dirigidas desde el Puesto Central de Supervisión para que la empresa encargada de la explotación pueda hacer el seguimiento de la circulación de los trenes por el complejo.

Dichas cámaras de seguridad servirán, además, para controlar el complejo.

Todas las zonas de los complejos serán cubiertas por video vigilancia. Las imágenes emitidas en cada complejo serán reenviadas a las casetas de seguridad pertinentes así como al PCS.

15.5.3 Instalaciones mecánicas

El funcionamiento del conjunto del depósito-taller, requiere la producción y la distribución de varios fluidos. Su uso puede resultar para fines de confort ambiental o necesario para la realización de algunas operaciones de mantenimiento. Todos los procesos estarán bajo control a través de un sistema adecuado de supervisión de las instalaciones. A continuación se describen los diversos procesos civiles e industriales y los fluidos requeridos para su desarrollo.

15.5.4 Termoventilación y acondicionamiento

Todos los ambientes con personas o no, pero cuyos equipos internos requieren temperaturas controladas, serán dotados por la instalación más apropiada.

Para los ambientes grandes donde se realicen trabajos pesados en los trenes y para los locales utilizados como baños, vestuarios, duchas, serán previstos sistemas de termoventilación.

En los ambientes donde se realizarán intervenciones en los componentes electrónicos, en locales como oficinas y similares, en los locales de control y en el comedor, se instalarán sistemas de refrigeración.

En los edificios se dará prioridad a la ventilación natural para conseguir las condiciones de confort y salubridad necesarias.

En los locales utilizados como depósito se instalarán sistemas de ventilación.



Las condiciones ambientales que se garantizarán con las diversas instalaciones serán las siguientes:

- locales destinados a grandes obras, depósitos y talleres: *termoventilación*
- locales como oficinas y similares: *invierno 20°C, 50%U.R.; verano 26°C, 50%U.R.;*
- salas de equipos electrónicos acondicionados: mantenimiento de la temperatura en función de las características de los equipos y de las indicaciones proporcionadas por el fabricante de los mismos: *aproximadamente 24-26°C;*
- comedor: *verano 26°C,*
- vestuarios, baños, duchas: *termoventilación.*

La refrigeración en verano se llevará a cabo con grupos de refrigeración de aire tipo roof-top de expansión directa colocados en el techo de los locales a los que estén al servicio.

Las bodegas que almacenen sustancias y residuos peligrosos inflamables garantizarán una temperatura permanente en verano (cuando la temperatura exterior supere los 30°C) menor a 30°C.

Las bodegas de sustancias químicas y bodega de residuos peligrosos deberán contar con ventilación para evitar la acumulación de vapores inflamables y tóxicos.

15.5.5 Agua industrial

Los edificios del patio-taller y las áreas de estacionamiento al aire libre del material rodante, donde se prevé trabajos eléctricos y/o mecánicos u operaciones especiales de mantenimiento, serán equipados con una red de agua potable para uso industrial.

La extracción del agua desde la red se efectuará mediante grifería tipo esfera, en número suficiente y ubicación estratégica para permitir la extracción por los operadores sin necesidad de grandes desplazamientos o el uso de alargadores. Donde sea necesario, las tomas de agua servirán a un disipador de tipo industrial.

Además de los puntos de incendio y de la distribución de agua en los camarines, sanitarios, etc., se preverá la distribución de agua a unidades técnicas como:

- máquinas de lavado (de trenes, bogies o piezas),
- locales de aseo técnico (por ejemplo lavado de alta presión),
- llaves en los talleres para limpiar el piso,
- llaves en los talleres para que el personal se lave las manos o para otros usos (repartidas en forma adecuada),
- almacén de desechos con distribución de agua para la limpieza.

Algunas instalaciones, tales como la del lavado, podrán tener también alimentaciones particulares, dimensionadas según el caudal requerido.

Los equipos para la extracción y distribución del agua industrial serán los mismos ya descritos en referencia a la distribución de agua potable fría. Será, sin embargo, distinta la red de distribución que se efectuará, de todos modos, a través de un túnel tecnológico.

Todas las descargas de agua industrial, antes de la entrada en la red de la cloaca municipal, deberán ser dirigidas a una planta específica de depuración y tratamiento.

Caudal aproximado de los puntos de distribución de agua:



- máquina de lavado de trenes: 400 l/minuto máximo (no reutilizada),
- hidrolavado caliente: 20 l/minuto.
- aseo profundo de los trenes: 50 l/minuto.

15.5.6 Agua potable fría y agua caliente sanitaria

Todos los edificios de depósito-taller serán dotados de agua fría potable y de agua caliente sanitaria. La necesidad total será tal que se cumpla con todos los usos previstos, simultáneamente para los baños, duchas y comedor.

La extracción de agua fría será desde el acueducto de la ciudad y, en función a la presión del caudal del agua, podrá ser distribuida directamente o a través de los tanques de almacenamiento y equipo de presurización.

Un reservorio de capacidad adecuada, con equipo de presurización, será sin embargo prevista para obviar las faltas temporales del suministro a través del acueducto de la ciudad.

La producción de agua caliente sanitaria será centralizada en calderas especiales de acumulación o intercambiadores de placas rápidos, para elegir en función de los puntos de extracción previstos.

Los diversos equipos para la preparación y distribución de agua fría potable y caliente sanitaria se situarán en el edificio destinado a los servicios generales.

La distribución de agua fría potable y de agua caliente sanitaria será a través de un túnel tecnológico.

También se prevé una red de recirculación de agua caliente sanitaria.

15.5.7 Antiincendio

Toda la zona exterior y los edificios que hacen parte del depósito-taller serán protegidos con instalaciones y sistemas antiincendio. La clase de riesgo sobre la cual se elegirán y dimensionarán los sistemas antiincendio será identificada entre las que prevén las normas NFPA 130, NFPA 24, NFPA 5000.

Las instalaciones y sistemas antiincendio que deberán, de todos modos ser previstos, garantizarán:

- la protección de las áreas externas con ataques antiincendio sea como pared o sea como hidrante en columna, con un funcionamiento simultáneo de 6 hidrantes, con caudal de 300 l/min cada uno y presión residual de 3 bar;
- la protección interna de los edificios con hidrantes, con un funcionamiento simultáneo de 4 hidrantes con caudal de 120 l/min cada uno y presión residual de 2 bar;
- la protección de los depósitos y los almacenes con sistemas de rociadores (sprinkler), dimensionados para la categoría de depósito más adecuada, en función de los materiales, de las alturas de apilamiento y de la presencia de estantería, como se especifica puntualmente en la norma NFPA 13;
- la provisión en todos los ambientes, aunque haya otra instalación que los proteja, de extintores portátiles y/o rodantes, en polvo y de dióxido de carbono.

La fuente de alimentación de las diversas instalaciones antiincendio con agua será a través un grupo de presurización especial, aspirando desde un tanque de almacenamiento cuya



capacidad satisfaga el caudal máximo simultáneo previsto para el periodo establecido por los tipos de riesgo identificados a través de las instalaciones de hidrantes y rociadores.

El llenado del tanque se realizará a través del acueducto de la ciudad y con agua de lluvia. La norma de referencia para las fuentes antiincendios es la NFPA 20.

Todas las instalaciones antiincendio con agua tendrán uno o más uniones para los bomberos.

La distribución del agua para la extinción de incendios en las diferentes áreas y edificios será a través de sistemas de conexión adosadas o enterradas..

15.5.8 Eliminación de aguas servidas

En todas las instalaciones se implementará una red distinta para aguas servidas y aguas de lluvia.

Por otra parte, en conformidad con la normativa vigente y las opciones tomadas respecto de los estacionamientos, circulaciones viales e instalación de la vía, y en función de las dimensiones de los edificios, se estudiará la instalación de un estanque de retención de agua de lluvia. Este se situará al aire libre y en un entorno vegetal.

Todas las zonas de mantenimiento, entrega de pedidos y estacionamiento de vehículos livianos cumplirán con las reglamentaciones vigentes en materia de aguas servidas.

Se preverán todas las redes y tratamientos adaptados a las condiciones de uso de agua, cumpliendo con las exigencias legales del organismo público responsable del tratamiento de aguas.

Todos los equipamientos que incluyan un sistema de tratamiento de aguas contarán con bocas de inspección de efluentes.

15.5.8.1 Agua industrial: planta de tratamiento

Todos los vertidos de aguas residuales industriales del depósito-taller, antes de llegar a la red de alcantarillado, debe ser sometido a un proceso de purificación.

Este proceso de purificación permite introducir el efluente a la red de alcantarillado con los parámetros exigidos por la normativa vigente sobre vertidos.

15.5.8.2 Separación de hidrocarburos

Se dispondrá una arqueta desarenadora-desengrasadora para la separación de las grasas y fangos de las agua recogidas en los talleres y edificios técnicos (bodegas de residuos e inflamables).

El desarenado-desengrasado es un sistema de depuración que permite la separación física, por diferencia de gravedad de los sólidos de mayor tamaño, y, por diferencia de densidad, de las grasas y los aceites. Es fundamental, para garantizar un buen funcionamiento del proceso, alcanzar una velocidad de flujo inferior a 6 m/s.

Se prevé además un dispositivo de obturación automática que impida la salida de hidrocarburos al exterior cuando el equipo esté lleno, evitando así un vertido contaminante al exterior.

La salida del efluente depurado se realiza a mayor profundidad que el que ingresa para evitar el arrastre de material flotante y de la capa de aceites y grasas localizada en la superficie.



15.5.9 El aire comprimido

Los edificios del patio-taller y las áreas de estacionamiento al aire libre del material rodante, donde se prevé trabajos eléctricos y/o mecánicos u operaciones especiales de mantenimiento, serán equipados con una red de aire comprimido.

La red de distribución cubrirá las necesidades de los talleres en términos de herramientas portátiles y de equipamientos fijos, como torno en foso, puerta de ingreso, etc.

La extracción del aire comprimido desde la red se realizará mediante tomas rápidas, en número suficiente y ubicación estratégica para permitir el uso del equipo sin extensiones especiales.

La red de cada taller funcionará en circuito en bucle.

Las redes de aire comprimido estarán acopladas con una válvula de conexión manual.

Los locales que contengan equipos de compresión serán aislados acústicamente.

También se suministrará aire comprimido a todos los edificios/áreas destinadas a los equipamientos para el lavado y soplado debajo de la carrocería (si fuese necesario).

La preparación de aire comprimido se centralizará en el edificio de Servicios Generales. La necesidad total de aire comprimido, calculada de acuerdo con la máxima simultaneidad de funcionamiento prevista para los distintos usos, se distribuirá con mayor cantidad de grupos electrocompresores y tanques de almacenamiento.

Además de las máquinas y equipamientos fijos, cualquier zona o local de trabajo técnico de los talleres de mantenimiento contará con un punto de aire comprimido por cada 30 m² y un punto extra para una superficie mayor, por tramos de 30 m².

A lo largo de las vías de mantenimiento de los trenes también se instalarán unidades de aire comprimido.

Éstas se dispondrán a cada lado de los trenes y en foso y en una proporción mínima de una unidad por coche.

La distribución de aire comprimido a los diversos usuarios será a través de un sistema técnico de conexión.

15.5.10 Ascensores y montacargas

En los edificios las conexiones verticales, estarán garantizadas también por distintos sistemas de ascensores y montacargas para las personas y los materiales.

Tales sistemas serán de tipo eléctrico o hidráulico.

Los ascensores serán plenamente accesibles a todos los usuarios con discapacidades.

Se deberá incorporar iluminación de emergencia, intercomunicador y ventilador. Las botoneras de cabina tendrán diseño antivandálico, sistema Braille, indicador luminoso e indicador de dirección. Tendrá interruptor de luz y ventilador. La botonera de cada parada tendrá pulsador antivandálico e indicador de dirección.

Las instalaciones cumplirán con la normativa vigente sobre el tema en particular:

- NFPA 70 Código Eléctrico Nacional;
- NFPA 101 Código de Seguridad;
- BS 5655, UNI ISO 4190, BS 7255 e EN 81 para los sistemas de ascensores.

Las características principales de los ascensores y montacargas deberán especificar:



- flujo;
- capacidad;
- número de paradas;
- velocidad (arriba, abajo);
- accionamiento eléctrico o hidráulico indirecto.

Existen las siguientes interfaces con otros sistemas:

- sistema de detección de incendios;
- sistema de vídeo vigilancia;
- sistema de Citófono (intercomunicación);
- sistema de supervisión.

Todas las puertas de los pisos superiores de los ascensores y montacargas serán del tipo corredizo R120.

15.5.11 Sistema de lavado trenes

El sistema de lavado de los trenes deberá estar situado a la entrada del depósito, en la zona automatizada.

Cada lado del convoy será objeto a la acción de lavado vigoroso, apresión, por dos pares distintos de bogies de lavado con funcionamiento independiente, colocados de modo que cada uno de ellos puede lavar medio tren.

La máquina permite lavar los costados y los testeros.

Los túneles de lavado permiten el lavado lateral, frontal y parte trasera, así como debajo de los vehículos, siendo adaptables a todo tipo de trenes. Los sistemas además permiten el lavado tanto de trenes al paso como sistemas móviles que se desplazan a lo largo de la superficie del tren.

Los equipos están diseñados mediante sistemas automatizados con pantallas táctiles, de sencilla operabilidad, permitiendo además acceder fácilmente al modo de lavado manual.

El lavado se lleva a cabo después del corte de la línea de contacto.

El tren se detiene en boxes de limpieza al menos 130 X 9 m, equipados con sistemas para el drenaje del agua.

Todos los sistemas se suministrarán con la posibilidad de incorporar agua desmineralizada, lo que mejora de forma significativa el rendimiento en zonas con aguas especialmente duras.

Así mismo los túneles de lavado deberán incluir un sistema de reciclado de agua que permita su reutilización en ciclo combinado.

La instalación de lavado en sus componentes principales estará constituida por:

- **Cepillos laterales:** Cada bogie estará equipado con dos grupos de cepillo vertical, para el lavado de los costados del tren.
- **Cepillo de lavado de testeros:** cada bogie estará equipado con cepillos móviles para lavar adecuadamente los testeros de los trenes.
- **Sistema de alimentación y control:** se prevé un sistema de alimentación independiente y un sistema de control.



Los ciclos de lavado provistos serán como mínimo:

- Ciclo rápido, sin secado:
- Ciclo intensivo,

El tiempo para cada ciclo es respectivamente: 15-20 minutos y 30-45 minutos.

El sistema debe ser capaz de lavar 10 trenes en 12 horas

15.5.12 Torno de foso para reperfilamiento de ruedas

El Torno de Foso es una máquina herramienta específica para el mantenimiento correctivo de las rodaduras y discos de freno ferroviarios, que se realiza sin necesidad de desmontar los ejes del tren, y concebida para regenerar los perfiles de las ruedas sometidas al lógico desgaste y deformación que impone la circulación rueda-carril.

La reperfiladura de un par de ruedas se realiza sin llevarla desde el vehículo. La reperfiladura se puede hacer también para ejes exteriores al vehículo con una carga máxima de 18t por eje.

El sistema dispone de un Control Numérico con PCL integrado, de última generación, que controla todo el proceso de torneado, garantizando que la secuencia de operaciones sea la correcta, así como permitiendo programar cualquier tipo de perfil de forma abierta y sencilla.

La maquinaria se coloca en un pozo por debajo de los rieles.

15.5.13 Sistema de columnas elevadoras

El sistema de elevación de los trenes estará constituido por una plataforma elevadora para cada bogie.

El tren será elevado con el movimiento sincronizado de las plataformas para los bogies y se sostendrá en alto por medio de un par de vástagos, uno para cada lado.

Cada plataforma individual puede bajar el bogie, que puede girar en las tablas giratorias y ser transferido en la vía de almacenamiento en el taller.

La carga máxima levantable deberá ser compatible con las características del material rodante adoptado.

Como alternativa será posible el desmontaje de los bogies desde la caja con las gatas de elevación y los equipo baja-bogies.

15.5.14 Sistema de pintura

El sistema de pintura garantiza la pintura y el secado de los coches y sueltos con el control constante de las características del aire.

La temperatura del aire será ajustable, en intervalo de 18-23 °C para la pintura y 23-80 °C para el secado, por medio de un sistema de aire caliente controlado.

En la fase de pintura el aire es expulsado al exterior después del tratamiento de descontaminación a través de separadores de agua - aire incluidos en el tanque de lavado.

15.5.15 Almacén automatizado

El almacén automático se construirá con estructura metálica.



La estantería del almacén estará equipada con corredores dotados de transelevadores automáticos. El depósito estará acompañado por un sistema de gestión completamente automático o mixto auto / manual. Los transelevadores son totalmente automatizados y equipados con unidades de extracción.

El sistema de control del equipo debe estar ubicado sobre una plataforma fiable y eficaz, ampliamente utilizadas en sistemas de almacenes automáticos. El sistema de gestión debe gestionar y controlar de manera optimizada todas las operaciones del almacén automático.

15.5.16 *Sistemas móviles de diagnóstico*

Se deberá prever un SET de equipo móvil para probar, actualizar y corregir los siguientes sistemas:

- ATP continuo
- ATP discontinuo
- ATO
- inversor de potencia
- regulación y control
- convertidor auxiliar

15.5.17 *Otros equipos*

El taller deberá estar equipado, como mínimo, con los siguientes equipos auxiliares:

- Planta para lavado por debajo del chasis
- Lavadora a inmersión con agitación neumática
- Banco de prueba de aparatos neumáticos
- Puente grúa y plataformas giratorias
- Planta de distribución de carburante
- Planta de tratamiento de aguas del lavado trenes
- Sistema de suministro de arena
- Banco de prueba de motocompresores
- Prensas hidráulicas de ton. 50
- Máquina de prueba de amortiguadores
- Máquina de prueba de resortes
- Portal para la descomposición, composición y control de carros
- Sistema de prueba de rotación de carros
- Máquina de prueba de resortes a suspensión
- Torno multiuso
- prensa para el desmontaje y prueba de los calado de las ruedas
- Horna eléctrica para calentar los centros de las ruedas y los discos de los frenos
- Prensa para calado de ruedas y frenos
- Torno frontal para el interior de las ruedas y centro
- Sistema a túnel para el lavado de los trenes y elementos sueltos
- Central térmica para el túnel de lavado trenes
- Depurador de las aguas de lavado de trenes y elementos sueltos
- Extractor hidráulico ruedas/discos
- Rectificador hidráulico universal
- Fresadora universal de tipo cortador
- Torno paralelo 200/1500



- Torno paralelo para ejes
- Máquina de soldadura eléctrica estática a arco
- Máquina de soldadura a filo continuo en gas inerte MIG
- Herramientas menores: carretillas, lavadoras, estantes, bancos, escritorios



16 ESTUDIOS PRELIMINARES

16.1 Levantamientos topográficos

Se desarrollarán los trabajos topográficos y catastrales necesarios para obtener la modelación del terreno, así como una investigación e identificación de todos los servicios en superficie, elevada y subterránea.

El número de puntos del terreno a levantar será aquel que permita obtener una aproximación suficientemente buena de la topografía del lugar, no sólo para obtener los cómputos de suelo lo más acotadamente posible, sino también para proyectar con precisión la totalidad de las obras estructurales y complementarias.

Para el objeto de la primera investigación y durante la implementación de las obras, el Concesionario deberá realizar un levantamiento detallado de todo el corredor de la Línea 2 y Línea 4 así como una evaluación de los edificios a los costados del sitio de la obra, a una distancia de al menos 50m desde el límite de la Obra. La escala del levantamiento, a menos que no sea especificado de otra manera, deber ser de al menos 1:250 para todo el trazado.

El levantamiento deberá incluir fotografías aéreas a color (1:500). El levantamiento se llevará a cabo a una escala de 1:250 como máximo y deberá estar firmado por un topógrafo acreditado.

En el ancho total de la zona de incumbencia del proyecto, además de cualquier otro dato de interés, se levantarán los siguientes detalles:

- Nombre de los propietarios de la zona afectada, incluyendo los datos de dominio
- Divisiones físicas existentes consignando su estado y características.
- Edificaciones y mejoras existentes ubicadas dentro de la banda de relevamiento.
- Accesos existentes a propiedades privadas.
- Inventario de forestación, sistemas de señalización, sistemas de iluminación, etc.
- Obras de arte existentes, consignando sus características y estado, así como las cotas de entrada y salida.
- Cruces con calles y avenidas incluyendo la señalización existente.
- Cruce con interferencias, señalando ubicación, profundidad y características para elaborar el proyecto de cruce correspondiente, que pueda o no requerir obras de protección. Se deberá indicar a quien pertenece cada una de las interferencias y el proyecto de modificación correspondiente.
- Sistema de desagüe existente.
- Donde se realizarán excavaciones Cut&Cover, el Concesionario deberá hacer levantamientos de las fachada de los edificios hasta una altura máxima de 25m, o la altura completa del edificio, si esta es inferior a los 25m. También se tomarán fotografías de las fachadas de los edificios antes de que empiecen los trabajos.

El Concesionario establecerá un polígono de puntos de control a lo largo de la Línea 2 y Línea 4 del trazado de acuerdo con las siguientes reglas:

- Cada punto se establecerá donde no haya trabajos de pavimentación.
- La posición de los PF, con respecto a la traza definitiva, será tal que las obras que se proyecten no los afecten. Se elaborará la monografía correspondiente de cada uno de ellos.



- Estarán nivelados geoméricamente con nivelación de ida y vuelta, con una precisión de 1 cm entre puntos fijos, y de 2 cm en total.
- Cada uno de ellos será intervisible con el inmediato anterior y el siguiente. La distancia entre puntos fijos no será mayor a 100 m. Los puntos fijos, según sus coordenadas planialtimétricas, se balizarán convenientemente a propuesta del Concesionario y aceptados por el Concedente.
- Estarán materializados mediante mojones de hormigón de dimensiones mínimas 12x12x50 cm o cilindricos rellenos de hormigón de 10 cm de diámetro y 60 cm de altura, de los cuales emergerá una barra de acero de 10 mm de diámetro en 2 cm. Tendrá una chapa identificatoria que indicará el número de PF. Cuando ello no resulta posible, deberá ser reemplazado el sistema por otro alternativo consensuado con el Concedente.
- Cada punto tendrá una descripción de la ubicación y fotografías desde al menos 2 direcciones.
- Los puntos de levantamiento a lo largo del trazado serán ejecutados con un mínimo de dos puntos del polígono, a al menos 10m de distancia.
- La máxima distancia entre los puntos de control del polígono será de 500 metros.
- El Concesionario será responsable del regular mantenimiento de estos puntos.
- Todos los puntos serán actualizados y remarcados al menos una vez al año a lo largo de todo el periodo de construcción de la obra.
- Todos los puntos del polígono deberán ser medidos con un equipo de GPS de doble frecuencia y calculado utilizando una metodología "ida y vuelta".
- Los puntos de referencia se medirán por un nivel electrónico de la precisión de 0,1 mm.

Todo el trabajo se volcará en planimetrías en escala 1:1000, y detalles, las que contendrán además las curvas de nivel cada medio metro.

El relevamiento deberá referenciarse por coordenadas de la Ciudad de Lima.

Las coordenadas "Z" estarán referidas a cotas IGM.

Aprobada la traza deberá quedar materializada en el terreno la red de puntos fijos que permitirá posteriormente el replanteo de las obras. Los puntos fijos de la red deberán cumplir con las siguientes condiciones:

Sistema Geodésico UTM WGS84.

16.2 Investigaciones geotécnicas adicionales (IGA)

16.2.1 General

El Concesionario deberá planear y realizar una campaña de Investigaciones Geotécnicas Adicionales (IGA) con el fin de detallar las condiciones geológicas, hidrogeológicas y geotécnicas.

Los datos de las investigaciones realizadas en las fases de diseño anteriores, a disposición del Concesionario, y los resultados de las IGA permitirán definir los modelos geológico, hidrogeológico y geotécnico de referencia para el diseño y con ellos la determinación de los parámetros geotécnico e hidrogeológico de detalle.



En todos casos, el Concesionario será responsable de la identificación, planificación, ejecución e interpretación de todas las investigaciones (cantidad, tipo y método de ejecución) que considere necesarias para definir el modelo de diseño geológico, hidrogeológico y geotécnico, así como para identificar los posibles peligros asociados al contexto y al tipo de obras.

Además el Concesionario será completamente responsable del diseño de las obras y de los consecuentes impactos relacionados con los tiempos de ejecución y de los costos.

El Concesionario deberá presentar su programa de IGA y antes de comenzar cualquier investigación deberá atender la aprobación por parte del Cliente.

Todos los trabajos indicados en las IGA deberán realizarse de acuerdo a las últimas versiones de las normas citadas anteriormente en el capítulo Códigos, Normas, Especificaciones Y Estándares Aplicables.

16.2.2 Distancia máxima admitida entre las Obras y las investigaciones

Las investigaciones IGA (a diferencia de los puntos de monitoreo, que por el contrario deben cubrir una zona suficientemente amplia para evaluar las interferencias con áreas más amplias) deben estar incluidas en un área alrededor de las obras cuyo límite no exceda los $2.5D$ desde el eje del túnel (D = diámetro o diámetro equivalente del túnel / estructura) o 25m de las estructuras de soporte. Cualquier excepción a estos requisitos deberá obtener una aprobación específica por parte del Cliente.

Las investigaciones existentes se podrán utilizar solamente cuando cumplan estos requisitos.

Las investigaciones ubicadas a distancia mayor de los límites indicados, podrán ser utilizadas exclusivamente para la definición general del marco geológico e hidrogeológico, a menos que exista indicación distinta de parte del Cliente.

16.2.3 Principios para la definición de la profundidad de los sondeos

La profundidad de los sondeos se definirá según los criterios que se listan a continuación:

- a) Para obras genéricas de excavación las perforaciones deberán profundizarse 10 m con respecto al nivel más profundo de la obra en cuestión.
- b) Para trabajos relacionados con cimentaciones, pilas o paredes de diafragmas las perforaciones deberán profundizarse 10 m con respecto al límite inferior de la obra en cuestión.
- c) Para estructuras subterráneas (túneles etc.) las perforaciones deberán profundizarse de $2D$ (D = diámetro o diámetro equivalente del túnel / estructura) con respecto al nivel más profundo de la estructura.

16.2.4 Principios para la definición del número mínimo de sondeos con recuperación continua de testigo

A pesar de que toda la responsabilidad del riesgo geotécnico es del Concesionario, los principios fundamentales que el mismo debe respetar para las AGI se listan a continuación:

- a) al menos un (1) sondeo cada 500m a lo largo de los túneles
- b) al menos tres(3) sondeos por cada estación
- c) al menos un (1) sondeo por cada pozo (shaft).

Las investigaciones que serán realizadas por el Concesionario deberán evaluar las condiciones actuales del subsuelo, en relación con las necesidades de diseño de todas las estructuras



temporales y permanentes de las obras y los riesgos geotécnicos deberán ser controlados tanto a corto como a largo plazo.

16.2.5 Investigación de bloques de roca y/o basamento rocoso

El Concesionario deberá investigar el subsuelo a lo largo de todas las obras subterráneas con el fin de identificar la presencia (cantidad y tipo), la ubicación y el tamaño de bloques de roca y la presencia del basamento rocoso.

El Concesionario deberá también detallar adecuadamente las características de abrasividad de los suelos, bloques o macizos rocosos a excavar.

Ambos aspectos antes mencionados constituyen elementos de primaria importancia como riesgos para la excavación.

16.2.6 Informes Geotécnicos

16.2.6.1 General

El Concesionario, para obtener la aprobación del diseño por parte del Ingeniero del Cliente, deberá presentar los informes que se listan a continuación:

- Informe de evaluación geotécnica - Geotechnical Appraisal Report (GAR) incluyendo el programa de las investigaciones geotécnicas adicionales (IGA).
- Informe Geotécnico factual - Geotechnical Factual Report (GFR), incluyendo los resultados de las investigaciones geotécnicas adicionales (IGA).
- Informe Geotécnico interpretativo - Geotechnical Interpretative Report (GIR) para cada estación, shaft y túnel entre las estaciones.

16.2.6.2 Informe de evaluación geotécnica - Geotechnical Appraisal Report (GAR)

El Informe de evaluación geotécnica deberá contener por lo menos dos partes: En la Parte 1 se incluirá toda la información existente, con el fin de planificar el tipo, número y ubicación de los trabajos de investigaciones que se ejecutarán en el marco de las IGA.

En la Parte 2 será presentado el programa del IGA y su justificación.

Manteniendo válidos los principios indicados en el párrafo 13.1.2 para el estudio de detalle, para una correcta reconstrucción del modelo geológico e hidrogeológico de referencia (considerando la complejidad y la extrema variabilidad de las formaciones presentes a lo largo del trazado) las áreas de recolección de datos a ser incluidas en este estudio se extenderán hasta una distancia de 200 m de los límites de las Obras, prestando especial atención al área necesaria para la reconstrucción del contexto hidrogeológico.

El GAR incluirá un plan de localización de los sondeos y todas las demás informaciones necesarias para las IGA basado en SIG (Sistema de Información Geográfica).

Además se deberá incluir, en el mismo plan, la localización de las obras, tanto de los túneles como de las estaciones.

Tanto los datos existentes como los que se deriven de las IGA se organizarán en una base de datos en plataforma SIG y estarán disponibles a través de la misma. La base de datos será actualizada en tiempo real durante las investigaciones y deberá ser accesible a las partes interesadas a través de un sistema de consulta WWWeb-Internet.

Parte 1 del GAR se elaborará en base a toda la información pertinente existente y deberá incluir, como mínimo, los siguientes aspectos.



Descripción general del área

- Descripción general de las obras a escala "regional".
- Presentación de los mapas topográficos existentes antiguos y recientes, así como de las fotografías aéreas, etc. a escala "regional".
- Producción de tablas, mapas y otros datos relativos a la red hidrográfica de la zona de obras y el censo de su estado (cubierto, descubierto, tapado), así como de las obras hidráulicas en la superficie (por ejemplo, arroyos tapados, canales, trincheras).

Condición Urbana y Arqueológica (sólo para el área de Obras). Breve descripción de los hallazgos arqueológicos en base a la información relacionada con el Proyecto. Presentación de mapas con la ubicación de los vestigios arqueológicos.

- Datos de uso del suelo (mapas, fotos, fotos aéreas, etc.), con especial referencia a las minas, canteras, re-entierros etc.
- Historia de los previos usos del suelo (mapas, fotos, etc.), con especial referencia a los anteriores usos industriales, gasolineras, etc.
- Producción de tablas y mapas listadas de las estaciones de servicio existentes con sus características (ubicación, distancia de las Obras, años de actividad, número y ubicación de las bombas, dimensiones y material de los depósitos de combustible, presencia de plantas de lavado).
- Producción de tablas y mapas de las principales redes de alcantarillado (tuberías, etc.) y las estructuras subterráneas.

Condiciones Geológicas e Hidrogeológicas

- Breve descripción de la geología regional (estratigrafía, tectónica).
- Recolección y presentación de los mapas regionales y de detalle de carácter geológico, geotécnico, sismo tectónico, hidrogeológico tanto antiguos como actuales.
- Recopilación de tablas y mapas con información geotécnica de otros proyectos realizados en el área de Obras.
- Recopilación y presentación de cualquier dato relevante (registro de pozos, imágenes, etc).
- Descripción del contexto hidrogeológico regional (nivel de las aguas subterráneas y las fluctuaciones estacionales, etc.) y de las condiciones hidrológicas.
- Producción de tablas y mapas, así como documentación fotográfica, de todos las perforaciones y los pozos de agua en el área de trabajos indicando, como mínimo, la ubicación, la profundidad y la situación existente, el material de relleno, el nivel del agua y las bombas utilizadas con su capacidad.
- Descripción de la sismicidad regional.

En la Parte 2 del GAR el Concesionario deberá declarar que las IGA proporcionarán datos suficientes para permitirle el diseño de las obras, teniendo en cuenta los requisitos del Concedente.

La Parte 2 del GAR deberá contener, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Códigos y Normas de Investigaciones.
- Organización del trabajo de campo tanto para las implantaciones de las IGA, como para la realización de las IGA mismas.
- Organigrama del grupo de trabajo y los CV (para IGA).
- Equipamiento necesario para la realización de las IGA.
- Programa de perforaciones (sondeos, calicatas, disgrafías, etc.)
- Programa de ensayos in situ (permeabilidad, spt, down-hole etc.)
- Programa de pruebas de laboratorio
- Programa de otras investigaciones – ensayos in situ y de laboratorio



- ... Plano con la ubicación de las investigaciones propuestas
- ... El programa de las IGA deberá ser consecuente con el esquema de las Obras. El mismo programa definirá cualquier otra investigación que el Concesionario proponga y permitirá que el Concesionario prepare los informes citados en los párrafos siguientes para cumplir con el Programa de las Obras.
- ... El GAR tendrá que ser verificado y aprobado por el Cliente (Ingeniero).

Especial atención deberá ser puesta para la determinación del nivel de agua para el diseño de las Obras y de los otros parámetros hidrogeológicos (químico-físico con atención específica al grado de agresividad de las aguas, en especial para los tramos de las líneas en los que se puede realizar intrusión de agua salina) para el diseño y la construcción.

El estudio del contexto geodinámico, específicamente en lo que concierne a movimientos de origen neotectónico y fenómenos de hundimiento de origen antropogénico (excavaciones, bombeo de agua) deberán ser diseñados con el auxilio de datos históricos de imágenes aéreas o satelitales.

En particular, la evolución de las deformaciones ocurridas en los últimos 15-20 años se puede desarrollar con métodos de análisis de imágenes satelitales (por ejemplo, adquisición en el espectro radar). Este análisis deberá también de considerarse como escenario de referencia durante y después de la realización de las Obras para evaluar si ocurren fenómenos relacionados con su construcción.

16.2.6.3 Informe Geotécnico factual - Geotechnical Factual Report (GFR)

El GFR deberá contener la presentación de los resultados de las IGA.

Como ya se ha mencionado, tanto los datos existentes como los que se deriven de las IGA se organizarán en una base de datos en plataforma SIG accesible a las partes interesadas a través de un sistema de consulta WWWeb-Internet. El GFR deberá contener, como mínimo, los siguientes aspectos:

- ... Descripción de la Geología del área.
- ... Información sobre las investigaciones ejecutadas y sobre la organización del lugar de trabajo.
- ... Mapa actualizado con la ubicación de las investigaciones.
- ... Datos de las perforaciones – equipos y muestreo.
- ... Descripción general y de detalle de los ensayos in situ.
- ... Descripción general y de detalle de los investigaciones geofísicas
- ... Registro de los niveles de agua en las perforaciones y a seguir en los piezómetros.
- ... Descripción general y de detalle (y recopilación de tablas) de los resultados de las pruebas de laboratorio.
- ... Información sobre las especificaciones técnicas y la ejecución de las pruebas de laboratorio (suelos y rocas)
- ... Ficha de registro de las perforaciones (Logs).
- ... Fotografías de las cajas con los testigos de perforación.

Basándose en las informaciones antes detalladas el Concesionario deberá declarar que las IGA proporcionarán datos completamente suficientes para permitirle el diseño de las obras en su plena responsabilidad, teniendo en cuenta los requisitos del Concedente.

16.2.6.4 Informe Geotécnico Interpretativo - Geotechnical Interpretative Report (GIR)

El Concedente deberá preparar un informe para cada estación, pozo (shaft) y túnel entre las estaciones.



El detalle de las investigaciones deberá además permitir definir, a escala local (en particular en las estaciones), el grado de cementación de los depósitos en profundidad y las condiciones hidrogeológicas, incluyendo las variaciones piezométricas estacionales.

El GIR deberá determinar, con base en las informaciones del GFR, los cortes geotécnicos de detalle indicando los parámetros geotécnicos necesarios para cada parte de las Obras (Cortes geotécnicos de diseño - Design Geotechnical Sections' or 'DGS').

Los DGS indicarán la estratigrafía, los valores de cálculo de los diferentes parámetros de cada capa (propiedades físicas y mecánicas), el nivel de las aguas subterráneas, los niveles de cimentación de las obras y de las estructuras adyacentes, así como cualquier otra información que sea relevante para las Obras (presencia de bloques de roca, interferencia con sustrato de roca y otros).

Cada GIR deberá contener, como mínimo, las siguientes informaciones:

- Presentación de la obra en el corte
- Resumen de las investigación a disposición.
- Resumen de resultados y conclusiones de GFR.
- Comentarios sobre los ensayos in situ en laboratorio.
- Comentarios y comparación entre los resultados de IGA y los demás datos.
- Condiciones Geológicas e Hidrogeológicas locales.
- Características geotécnicas y de ingeniería geológica de las varias capas.
- Descripción de las condiciones del subsuelo.
- Interpretación de las condiciones del subsuelo en relación con el diseño y la construcción de las Obras.
- Determinación de los parámetros geotécnicos para el diseño y la construcción.
- Determinación del nivel de agua para el diseño de las Obras.
- Determinación de otros parámetros hidrogeológicos (químico-físico con atención específica al grado de agresividad de las aguas, en especial para los tramos de las líneas en los que puede suceder infiltración de agua salina) para el diseño y la construcción.
- Evaluación de peligrosidades, (entre otras se listan: clogging (obstrucción), sticky ground (suelo adherente), presencia de huecos, presencia de bloques, condiciones mixtas al frente de excavación, desgaste por abrasión, zonas con aumento de permeabilidad, aguas agresivas, posible aumento del nivel freático por razones naturales o antropogénicas como también la variación ligada a los cambios en el nivel del mar (Global Warming), gas natural o antropogénicos, contaminantes y explosivos).

Basándose en las informaciones antes detalladas el Concesionario deberá confirmar y declarar que las IGA han proporcionado datos completamente suficientes como para permitir el diseño de las obras en su plena responsabilidad, teniendo en cuenta los requisitos del Concedente.

Serán anexados al informe también los perfiles longitudinales generales Geológicos, Hidrogeológico y Geotécnicos de los túneles y de las estaciones con cortes transversales (en los perfiles y los cortes deberán incluirse edificios, servicios públicos, nivel de las aguas subterráneas, pozos etc.).

Parámetros geotécnicos de diseño



Los tipos y los valores de los parámetros geotécnico de diseño propuestos representarán los parámetros de diseño para todas las formaciones geológicas con sus rangos de variación.

Los mismos tendrán en cuenta el tipo, la extensión y la geometría de las estructuras, los métodos de construcción y los requisitos del método de análisis propuesto, y cualquier otro factor pertinente.

Con el mismo proceso se deberán proveer informaciones sobre el nivel de agua subterránea y sus variaciones. Para eso se deberá organizar un monitoreo constante de los piezómetros instalados además de considerar los escenarios evolutivos típicos de la ciudad de Lima: evaluación de las variaciones regionales y locales sobre base anual, vinculadas a las precipitaciones, a las extracciones por bombeo, a las aportaciones de aguas superficiales, especialmente tomando en cuenta los sectores apicales del abanico sedimentario recargado con el agua procedentes de las alturas circundantes.

También deberán considerarse las previsibles variaciones del nivel de agua a largo plazo debidas a la posible disminución de la explotación urbana considerando las futuras intervenciones destinadas a promover la recuperación de los niveles de aguas subterráneas naturales, actualmente muy deprimidos por la explotación antropogénica.

También para fines hidrogeológicos deberán evaluarse las características químicas y físicas de las aguas profundas teniendo en cuenta también los aportes de contaminación antropogénicos: la caracterización permitirá una evaluación de cómo la agresividad del agua puede afectar las Obras y como su aporte salino puede, a largo plazo, obstruir los sistemas de drenaje.

En el GIR se detallarán, las condiciones geotécnicas de diseño que se listan a continuación:

- Tipos de suelo y sus propiedades físicas (peso específico, densidad, tamaño de partícula, límites de Atterberg, contenido de agua natural, y cualquier otra propiedad pertinente)
- Variación de las propiedades del suelo
- Estratigrafía y espesor de las distintas capas, presencia de bloques, variación del grado de cimentación, resistencia a la escavabilidad de los diferentes tipos de suelos y de los bloques de roca
- Nivel de agua y condiciones hidrogeológicas, presión de agua (piezométrica) a utilizarse para el diseño de las obras a corto y a largo plazo, permeabilidad, propiedades químico-físicas de las aguas.
- Carga y método de análisis (presiones totales y eficaces)
- Parámetros de resistencia al corte en términos de esfuerzos totales y eficaces
- Coeficientes de presión del suelo (activa, en reposo, pasiva) y cualquiera propuesta de modificación de los valores teóricos
- Parámetros de resistencia y compresibilidad, incluidas las características de consolidación, el módulo de compresión (carga y descarga), coeficiente de Poisson, parámetros de resistencia y deformación a los esfuerzos no lineales (si necesario), módulo de corte dinámico y cualquier propiedad pertinente.
- En caso de uso de tirantes, valores de resistencia última y de ejercicio (ultimate bond strength and working bond strength) entre los tirantes y el suelo o roca.
- Para evaluar el estado de esfuerzo geostático inicial (coeficiente K), deberá proponerse una variación de sus valores a utilizarse en el análisis de sensibilidad para el diseño, dichos valores se basarán en: 1) Pruebas de laboratorio apropiadas (por



ejemplo, pruebas triaxiales y otros tipos de ensayo pertinentes), ensayos in situ (ensayos presiométricos si son aplicables, ensayos geofísicos en la perforaciones, y cualquier otro tipo de ensayo pertinente) 2) Correlaciones empíricas bien documentadas tomadas de fuentes pertinentes de acuerdo a las condiciones locales, como el tipo de suelo y su historia de carga (OCR, etc.).

El análisis de sensibilidad de los valores de los parámetros geotécnicos se incluirá como parte del GIR.

16.2.7 Contexto geodinámico y condiciones especiales

Se desarrollará un informe para analizar los siguientes ítems:

- Descripción y mapeo de riesgo "tsunami" y análisis de los impactos en las obras.
- Descripción y mapeo (con evaluación de las variaciones estacionales y a largo plazo) del cono de la intrusión salina (también con referencia a los cambios eustáticos posibles a largo plazo relacionados con el calentamiento global) y el análisis de los impactos sobre las obras.
- Análisis de las posibles variaciones eustáticas a largo plazo relacionadas con el calentamiento global. Mapeo de áreas con potencial transgresión marina y análisis de los efectos sobre las obras.
- Descripción y mapeo de las potenciales áreas de inundación de los ríos, y el análisis de los efectos en las obras.
- Análisis de microzonificación sísmica y los consecuentes efectos en las obras.

16.3 Investigación de las estructuras en la Etapa de Ingeniería de Detalle.

Para todas aquellas construcciones situadas dentro de la cuenca de asentamientos, la cual queda limitada por valores máximos, se deberá recopilar toda la documentación técnica disponible obtenida de entes particulares o públicos; y deberán efectuarse controles in situ para la definición de las condiciones estructurales de las propias construcciones, realizando informes donde sea necesario con ensayos específicos y relevamientos.

Para aquellos edificios histórico-artísticos y monumentos deberán ser previstas investigaciones con mayor profundización e integral.

El trabajo se divide en dos etapas de ejecución: trabajo de campo y trabajo en oficina.

El trabajo de campo consiste en la visita a las construcciones para:

- examinar y anotar la distribución, tipo y acabados de los edificios;
- registrar las anomalías existentes, a través de documentación fotográfica;
- analizar las posibles consecuencias de las anomalías existentes;
- analizar la estabilidad de las estructuras;
- anotar nombre, dirección y datos del propietario;
- anotar nombre del ocupante del inmueble, en el caso hubiese uno;
- solicitar plantas, croquis, o levantar las dimensiones del edificio.

El trabajo en oficina consiste en la elaboración de un informe técnico que contenga:

- dirección completa de la ubicación de la propiedad o edificio;
- nombre del propietario y del ocupante del inmueble;
- breve descripción de la propiedad (la calle que mira a la construcción), destacando:



- tipo de habitación (edificio, casa, establecimiento comercial u otro);
- estilo arquitectónico;
- n° de pisos;
- tipo de estructura;
- antigüedad de la construcción (real o aparente);
- composición (distribución de los compartimientos);
- acabados: paredes, pisos, forros, escaleras y demás detalles;
- anomalías existentes en la propiedad o edificio, con evidencia documental fotográfica;
- parecer técnico concluyente indicando: los elementos constructivos que presentan una potencial inestabilidad, caracterizando las condiciones generales de estabilidad del edificio;
- bibliografía y normativa;
- anexos: plantas, croquis, fotos, gráficos, tablas, publicaciones y demás datos utilizados.

16.4 Investigación de las redes de servicio

Se deberá individualizar la consistencia de todas las redes de servicio público y privado y de alcantarillado presentes bajo tierra en las áreas afectadas por las obras a realizarse extendiendo las investigaciones a cuanto sea necesario para la definición de eventuales proyectos de desplazamiento de dichas redes.

En general, las indicaciones dadas por la documentación disponible de los propietarios deberán ser confirmadas y, si es necesario, integrarlos con levantamientos in situ y/o inspecciones que se deben coordinar con los mismos propietarios.

A nivel municipal, el Concesionario contactará con los siguientes departamentos:

- Urbanismo
- Cartografía
- Sistemas de regulación de tráfico
- Aparcamientos
- Alumbrado público
- Alcantarillado
- Servicio de Protección Civil y Bomberos
- Parques y jardines

En cuanto a las compañías suministradoras de servicios, el Concesionario debe recabar la siguiente información:

- Abastecimiento de agua
- Suministro eléctrico
- Telefonía
- Fibra Óptica
- Gas



El Producto final de esta actividad será la representación (gráfica y en fichas) de emplazamiento y características geométricas de los principales servicios e infraestructuras afectables.

Con el objetivo de ordenar y que sea fácilmente accesible toda la información recogida, utilizando adecuados sistemas de tecnología GIS, los datos relacionados a tuberías y conducto deberán ser georeferenciados y transcritos en una base cartográfica común interactiva indicando, para cada uno de estos: tipo de servicio, ente Gestor, datos de diámetro y profundidad de la conducción, exigencias particulares del Gestor del servicio, etc; logrando, en este modo, una base de datos actualizada de todas las redes presentes y/o una categoría en 3D del subsuelo, que constituirá la base de trabajo en las sucesivas fases de diseño.

La base de datos digital creada será actualizada cada vez que se tenga nueva información.

Esta actividad es propedéutica a la redacción de proyectos de desplazamiento de servicios públicos interferidos.

Se evidencia que los proyectos de desplazamiento, y los mismos desplazamientos, deberán ser realizados en tiempo útil en modo que no cause ningún retraso en la realización de las obras.

Las investigaciones sobre las redes de servicios públicos y alcantarillado deberán ser documentadas a través de:

- Un informe técnico en el cual se sintetizan las actividades efectuadas con la información sobre el origen de los datos adquiridos;
- Anexos cartográficos constituidos por planimetrías en la superficie de la vía en los cuales se muestra el trazado de los servicios individualizados y las secciones transversales características en la escala adecuada al nivel de diseño.

Dichas actividades deberán desarrollarse sustancialmente en el ámbito de la Ingeniería Básica con particular referencia a individualizar y solucionar las interferencias.

Podrá ser remandado a la fase de Ingeniería de Detalle el proyecto de detalle de los desplazamientos solo en el caso en que su desarrollo no cause diferencias en las fases

16.5 Hallazgos arqueológicos, paleontológicos, ruinas y sitios históricos

Durante la fase de Estudio Definitivo el INC llevará a cabo investigaciones preliminares de los sitios de interés que permitirán orientar el propio diseño a fin mitigar los problemas en cuestión.

Esos estudios consistirán principalmente en excavaciones superficiales y sondeos puntuales mediante recuperación de muestras del núcleo.

En el caso de existencia de ruinas y sitios históricos se deberá tener en cuenta la normatividad sobre preservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural contenido en la Ley 24047, en la Ley Orgánica de Municipalidades en cuanto a la participación funcional de los gobiernos locales y Código Penal. Los planos y documentos del Proyecto deberán detallar la existencia de restos arqueológicos registrados en la zona en que se ejecutarán las obras. Para ello el proyectista con el apoyo de un profesional arqueólogo deberá efectuar las verificaciones en los archivos del Instituto Nacional de Cultural (INC). En el caso de existencia de sitios de interés arqueológico, paleontológico, minas, asentamientos humanos antiguos o de época colonial, monumentos históricos, reliquias, fósiles u otros objetos de interés histórico, éstos deberán ser consignados en el proyecto con su respectivo levantamiento topográfico y delimitación del área coordinada y autorizada por el INC. En estos casos el trazo de la vía no deberá afectar las áreas así definidas.



En caso de algún descubrimiento de ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos humanos antiguos o de época colonial, reliquias, fósiles u otros objetos de interés histórico arqueológico y paleontológico durante la ejecución de las obras, se realizará la coordinación correspondiente con el INC para salvaguardar los mismos.

Además se requiere el respeto de los elementos definidos en los documentos específicos de la arqueología.



17 CRITERIOS PARA LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS

17.1 General

Las indicaciones y requisitos establecidos en el presente capítulo, excepto donde se especifique lo contrario, se refieren al nivel de ejecución de las actividades del proyecto en su desarrollo total, desde las propias fases iniciales hasta la completa finalización de las obras.

Como parte de este desarrollo global, el nivel de detalle previsto por el anteproyecto, el proyecto definitivo y el proyecto ejecutivo, así como las topologías y características de los documentos elaborados relativos a estos, deberán realizarse de acuerdo a lo establecido en las Normas vigentes.

Cabe señalar que algunos temas (por ejemplo, requerimientos de cálculo) del presente capítulo son tratados con particular detalle debido a que son relevantes para el desarrollo del último nivel de diseño, es decir, del diseño de detalle.

17.2 Contenido mínimo de los estudios definitivos

El proyecto se dividirá en 3 etapas:

- *Ingeniería Básica*: que desarrollará el Concesionario previo al inicio de la Etapa de Ejecución de Obras
- *Ingeniería de Detalle*: que desarrollará el Concesionario durante las Etapas de Ejecución de Obras, que deberá ser consistente con la Ingeniería Básica
- *As built* (planos conforme a obra): Son los Planos de Construcción que se actualizan durante la construcción para delinear el estado real de la obra en los lugares respectivos.

El detalle y el contenido de los estudios a ser desarrollados se encuentran en la Especificación Técnica: *Estudios Definitivos - Contenidos mínimos y Plazos de entrega*.

17.3 Normas y Estándares para el diseño

Las obras deberán estar diseñadas de conformidad con las normas especificadas en las Especificaciones Técnicas y en los Estudios de Preinversión.

A menos que se especifique lo contrario, el diseño deberá cumplir con las normas apropiadas emitidas en los reglamentos y Leyes de Perú y en particular con las directrices del MTC (Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción) y del AATE (Autoridad Autónoma del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao).

Si no existe una norma local o la norma aplicable no se especifica, se adoptará una norma o un código de prácticas apropiados y compatibles internacionalmente reconocidos.

Se deberá adoptar un conjunto de normas que se aplican específicamente al diseño de elementos civiles y estructurales.

La jerarquía de las normas es el siguiente:

- a) Leyes y reglamentos nacionales del Perú y del MTC
- b) Normas Euro (EN) y Normas ASTM (USA)
- c) Estándares internacionales y Códigos de Práctica

Todas las estructuras principales se diseñarán para MTC, ASTM y las normas europeas.



Estándares alternativos pueden ser propuestos si puede ser demostrado satisfactoriamente que son equivalentes, en todos sus aspectos, a las normas antes mencionadas.

Dondequiera que dos o más normas se apliquen a la misma cuestión, o surgen conflictos entre los códigos o normas, se aplicará la más estricta.

17.4 Requerimientos de durabilidad

Los requerimientos de durabilidad serán abordados a través de todo el diseño, construcción, operación y mantenimiento de todos los activos y se reflejarán en los planos del proyecto y en los manuales de operación y mantenimiento del Concesionario.

Los aspectos de durabilidad de los planos y de los manuales O&M deberán demostrar cómo el diseño seleccionado, materiales, construcción, operación y mantenimiento cumplirán con los objetivos de durabilidad necesarios para lograr la vida útil de cada activo requerido según se especifica. Para cada activo que comprende parte de las obras, los planos del Concesionario deberán:

- Definir las características del ambiente;
- Identificar los mecanismo potenciales de deterioro en aquel ambiente;
- Determinar la tasa probable de deterioro;
- Evaluar la vida material;
- Definir el necesario comportamiento de los materiales;
- Evaluar la necesidad de más protección;
- Si es necesario, se deberán desarrollar procedimientos para el reemplazo de elementos y subelementos conforme a la vida de diseño especificada;
- Determinar los requisitos de inspección y monitoreo; y
- Si es necesario, delinear las posibles medidas correctivas.

En el diseño de las estructuras y la selección de materiales para la durabilidad, la confianza no se colocará únicamente en las recomendaciones de los códigos y normas, se tendrá debidamente en cuenta el entorno en el que las estructuras están situadas y los trabajos de monitoreo y mantenimiento necesarios para maximizar la vida de las estructuras.

El enfoque principal para el diseño de elementos de hormigón para su durabilidad se deberá basar en la necesidad de lograr una alta calidad y un hormigón relativamente impermeable, prestando especial atención a los detalles estructurales. Las juntas de construcción en las condiciones subterráneas son vulnerables al deterioro por agentes agresivos y deberán ser diseñadas en modo de incorporar los detalles que proporcionan dos líneas de defensa contra las filtraciones.

Se deberá prestar especial atención a los detalles y a la selección apropiada de materiales duraderos para el revestimiento del túnel. Los materiales del revestimiento (hormigón y refuerzo) y los componentes del revestimiento (sellos de juntas y fijaciones) deberán ser diseñados y especificados para cumplir con este requisito de durabilidad.

Se debe prestar especial atención al deterioro de los elementos a los que no se pueden acceder fácilmente para el mantenimiento o reparación durante la vida de diseño, como el refuerzo dentro de las caras inaccesibles de las estructuras. En tal caso, el diseño debe asegurar que la durabilidad del elemento se puede lograr sin mantenimiento.



Cuando la estructura se interrelacione con, o esté en estrecha proximidad a otro tren ligero o a las instalaciones del metro, se deberán adoptar disposiciones para reducir y controlar la corriente parásita a fin de mitigar los problemas asociados de corrosión.

Cuando se encuentren condiciones especialmente agresivas, se deberá llevar a cabo una evaluación detallada para determinar la necesidad de instalar un sistema completo de protección catódica o si es necesario, un sistema de monitoreo de corrosión para alcanzar la vida de diseño de la estructura.

La protección catódica se considerará para todos las estructuras subterráneas de hormigón armado. Se deberán proporcionar los puntos de conexión y otros dispositivos necesarios para permitir la futura instalación de un sistema de protección catódica o extracción electro químico del cloro usando técnicas eléctricas en muros de refuerzo de hormigón y en las continuidades de las jaulas de refuerzo. Para la construcción de paredes con diafragmas, se prestará especial atención a los detalle con el fin de asegurar la continuidad entre diafragmas adyacentes.

17.4.1 Vida de Diseño y Vida Residual de Diseño

La vida de diseño para cada recurso asociado con la Obra deberá ser:

- Civiles y estructuras: 120 años;
- Material rodante: 30 años;
- Instalaciones: 30 años;
- Sistemas de señalización: 10 años;
- Superestructura ferroviaria: 20 años;
- IT y sistemas electrónicos 10 años.

Elementos y subelementos accesibles podrán tener una vida de diseño menor y podrán ser reemplazados y mantenidos de manera que asegure la vida de diseño prescrita.

Cuando se reemplace un elemento , el reemplazo deberá cumplir con la vida mínima de diseño requerida del elemento que ha sido reemplazado.

Cuando una parte del elemento no será accesible para su mantenimiento o reemplazo, esta deberá satisfacer los requisitos de vida de diseño de la estructura de la cual forma parte.



18 CRITERIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE OBRAS CIVILES

18.1 Cargas y requisitos de carga para las secciones subterráneas

18.1.1 General

A menos que se especifique lo contrario, el diseño de elementos de hormigón y acero se regirá a lo siguiente:

- a) Norma Peruana: "Reglamento Nacional de Edificaciones"
- b) Norma Euro (EN)
- c) Norma ACI (USA)
- d) Norma ASTM (USA)
- e) Estándares internacionales, Códigos y otros

18.1.2 Cargas Nominales

Como mínimo, con el propósito de computación de tensiones y deformaciones, los siguientes tipos de carga y los efectos consiguientes se tendrán en cuenta, según corresponda.

Tabla 14. Tipologías de carga para el diseño.

Tipo de Carga
Cargas permanentes (incluyendo cargas nominales)
Cargas permanentes superpuestas
Cargas impuestas
Carga de tren
Fatiga
Dinámica
Descarrilamiento
Carga del viento
Carga de temperatura
Cargas sísmicas
Construcción/ Montaje
Contracción
Fluencia
Movimiento / Distorsión
Presión de Tierras
Recargo
Carga hidrostática
Carga accidental
Carga de fuego

18.1.3 Cargas de Diseño

Las cargas de diseño deberán incluir:

1. El peso de la carga de las propias estructuras ("peso propio") y las cargas impuestas a los mismos, tanto muertas como vivas;
2. Las deformaciones impuestas en las estructuras debido a variaciones de temperatura, retracción y fisuración del hormigón y otros factores similares; y



3. Carga inercial, causada por las acciones sísmicas, las oscilaciones debidas a cargas de impacto, explosión y las vibraciones de la máquina y otros factores similares.

18.1.3.1 Carga permanentes

- a) El peso propio de los materiales se calculará de acuerdo con los códigos pertinentes especificados en este documento.

18.1.3.2 Cargas permanentes superpuestas

- a) Superposición de cargas muertas incluye los pesos de todos los elementos permanentes de las estructuras (excepto los elementos estructurales que soportan cargas), tales como los acabados del suelo y techo, cables, rieles y otras instalaciones similares, a la extensión del diseño del Concesionario.
- b) Los pesos propios de los elementos en (a) deberán ser evaluados, de acuerdo a los códigos y estándares, por otras fuentes válidas, por fundamentada y controlada información del fabricante, o por mediciones experimentales.
- c) Para las cargas vivas de todas las estructuras subterráneas por debajo de las zonas verdes (tales como plazas, parques, áreas de recreación al aire libre) deberá ser asumida una carga mínima de 10 kN/m² distribuidos en toda la superficie del techo de la estructura, a nivel del suelo.
- d) Para las áreas técnicas será asumida una sola carga mínima concentrada de 100 kN.

Para todas las estaciones las cargas mínimas distribuidas y concentradas deben estar de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 15. Cargas permanentes superpuestas y Cargas impuestas

Descripción del área	Cargas permanentes superpuestas #1		Carga impuesta #1 Carga uniformemente distribuida [kN/m]	Carga concentrada #2 [kN]
	Acabados [kN/m]	Tumbados y servicios [kN/m]		
Área pública	5	1	5	5
Área no-pública #3	5	1	3,5	5
Debajo de la plataforma	2,5	1	10	10
Escaleras y rellanos	2,5	1	5	5
Salas de máquinas	2,5	1	10	10
Sobrecarga en las losas del techo	-	-	10	100

#1 este es un requisito mínimo. Si se aplican cargas mayores debido a circunstancias arquitectónicas, MEP u otras; estas últimas deberán ser utilizadas.

#2 Carga concentrada distribuida en un área de 300 x 300 mm.

#3 Áreas como oficinas, salas del personal, baños, etc. (no sala de máquinas).

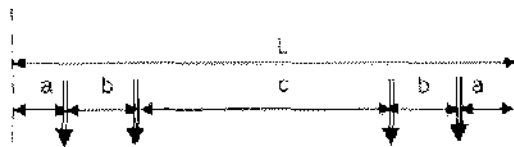
18.1.4 Carga de tren

18.1.4.1 Cargas vivas verticales de Tren



El Postor deberá tener en cuenta en los cálculos de su Expediente Técnico las cargas verticales debidas al tren tipo, en conformidad con el tipo de tren que figura en su propuesta.

Cada componente de la estructura debe ser diseñada / revisada para todas las combinaciones posibles de estas cargas y fuerzas. Deberán resistir el efecto de todas las combinaciones:



Las cantidades que se determinarán e indicarán en el Expediente Técnico son:

- Cargas axiales
- Máximo número de coches sucesivos
- L = longitud máxima
- a = a ser proporcionado por el proveedor del material rodante (Saliente)
- b = a ser proporcionado por el proveedor del material rodante (Base de rueda en un bogie)
- c = a ser proporcionado por el proveedor del material rodante (Distancia entre Eje-2 y Eje-3 en un coche)

El número máximo de ejes se aplica a la estructura para llegar a la máxima fuerza vertical, cortante máximo y máximo de flexión. La estructura debe ser adecuada tanto para condiciones de carga de vía única como de doble vía.

18.1.4.2 Cargas vivas horizontales de Tren

Las cargas de frenado se deberán suponer igual al 30% de las cargas verticales. Las cargas de tracción también se deberán suponer igual al 30% de las cargas verticales. Cuando la estructura lleva dos vías, ambas vías se considerarán ocupadas simultáneamente. Las fuerzas de tracción se considerarán como actuantes sobre una vía, y las fuerzas de frenado actuantes sobre la otra, con las dos fuerzas que actúan en la misma dirección al mismo tiempo para producir la peor condición de carga en los carriles y los elementos de apoyo. Se tomarán medidas en elementos de soporte para tomar en cuenta los efectos de fuerzas horizontales y verticales transferidas a los rieles.

Se considerará la fuerza centrífuga teniendo en cuenta una velocidad de diseño para diferentes radios de curvatura según lo estipulado en la especificación de diseño de alineación.

18.1.5 Fatiga

Las cargas nominales de las estructuras para fines de evaluación de la fatiga abarcarán los trenes según lo aconsejado por la Supervisión de Obras.

Las historias de carga de fatiga deberán ser evaluadas para proporcionar espectros de diseño válidos y representativos, con historias de estrés analizadas, en relación con las cantidades de toneladas anuales proyectados de tráfico ferroviario por riel. Las disposiciones del Código peruano: "Reglamento Nacional de Edificaciones" u otros métodos pertinentes pueden ser utilizado como un método riguroso de evaluación del cumplimiento de los criterios de fatiga.



18.1.6 Efectos dinámicos

Los efectos dinámicos resultantes de la operación del sistema de metro se considerarán de acuerdo con el código de jerarquía.

18.1.7 Descarrilamiento

Las cargas de impacto sobre las estructuras adyacentes debido al descarrilamiento se considerarán en todos los lugares.

Las estructuras adyacentes deben ser protegidas por medios directos (por ejemplo, refuerzo) o medios indirectos (por ejemplo, el reposicionamiento de las alineaciones de los rieles o mediante barreras) para asegurar que estas estructuras sigan siendo funcionales después de producido un impacto.

Cuando se empleen medidas indirectas en el diseño de éstas, se pueden considerar en el cálculo de las cargas de impacto.

18.1.8 Temperatura

Los efectos de la temperatura se debe considerar en el diseño de las Obras con las temperaturas externas como se indica en el Código peruano: "Reglamento Nacional de Edificaciones" u otros códigos.

18.1.9 Carga del viento

La carga de viento puede afectar los elementos de superficie, tales como pozos de ventilación, torres de refrigeración, puentes para peatones y entradas / salidas. También es un factor en estructuras temporales durante la construcción. Según el Código peruano "Reglamento Nacional de Edificaciones", se deberá aplicar una velocidad del viento de 100 km / h para determinar las cargas de viento de diseño apropiadas.

18.1.10 Carga sísmicas

Se deberá cumplir con las últimas normas vigentes, teniendo en cuenta los factores sísmicos aplicables a este tipo de proyecto.

Los efectos sísmicos se considerarán en todas las estructuras permanentes.

Los efectos de los cambios de carga y deformación, como consecuencia del comportamiento del suelo (por ejemplo, licuefacción) deberán tenerse en cuenta en el diseño.

El diseño de los revestimientos finales de túneles se realizará para cargas estáticas y se chequearán con las cargas sísmicas, de acuerdo con ENV 1992-1-1 Eurocódigo, AFTES - "Considerations on the usual methods of tunnel lining design " - grupo de trabajo n. 7, 1993 y AFTES - "Recommandations relatives a la conception, le dimensionnement et l'execution des revêtements en voussoirs préfabriques en béton armé installés à l'arriere d'un tunnelier". Grupo de Trabajo N ° 18 (1998).

18.1.11 Construcción / Montaje

Se tendrán en cuenta el peso de todos los materiales permanentes y temporales, junto con todas las otras fuerzas y los efectos que pueden actuar en cualquier parte de la estructura durante la construcción. Se deberán considerar ciertas tolerancias en el diseño definitivo debido a tensiones "fijadas" causadas en cualquier miembro durante la construcción.



18.1.12 *Contracción y fluencia*

Se deberán tomar medidas para que los efectos de la contracción y fluencia dentro de las estructuras de hormigón. Esto incluye, por ejemplo, los mecanismos de transferencia interfacial de corte, como resultado de los efectos diferenciales de contracción y fluencia residual debido al colado por etapas de elementos de hormigón. Las tensiones de contracción y la fluencia se incluirán en el cálculo de la desviación a largo plazo de todos los elementos estructurales y los límites especificados para los criterios de deflexión dados aquí.

18.1.13 *Movimiento / Distorsión*

Se deberán considerar las fuerzas resultantes de asentamiento diferencial y el movimiento (distorsión) de elementos de cimentación. Los movimientos, asentamientos y distorsiones no deberán ser superiores a los límites especificados en los códigos y normas pertinentes en este documento y aceptable para la autoridad competente.

18.1.14 *Presión de tierra y carga hidrostática*

Para las estimaciones de las presiones de tierra y de agua subterránea, se utilizarán los resultados (parámetros y características de resistencia) de los informes geotécnicos.

La distribución de los empujes del terreno deberán considerar el método de excavación del túnel adoptados, la relativa rigidez del revestimiento del túnel y la interacción del revestimiento con los geomateriales a su alrededor.

El diseño de las estructuras deberá cumplir con los requisitos de los respectivos códigos y estándares especificados en este documento. En particular los revestimientos definitivos del túnel deberán ser diseñados para resistir al empuje pasivo del terreno (condiciones de K0). El diseño de las estructuras subterráneas deberá considerar la aplicación de una carga de cobertura total.

Los elementos verticales de estructuras subterráneas que estén en contacto con el terreno deberán ser diseñados para resistir el empuje lateral del terreno y la presión hidrostática. El Concesionario deberá deducir los coeficientes de empuje del terreno en base a sus investigaciones geotécnicas. La interacción entre el terreno y la estructura se deberá tomar en cuenta en las fases individuales de construcción y deberá ser considerada en el diseño de estructuras de retención temporales y permanentes.

Con el objetivo de evaluar el empuje del terreno y la presión hidrostática, las estructuras permanentes en Cut&Cover se deberán considerar efectivamente impermeables, estructuras rígidas "A cajón" sometidas a un empuje pasivo (K0) del terreno.

18.1.15 *Nivel freático y cargas de subpresión*

Las cargas debidas a la presión del agua se calcularán con un peso unitario de 10 kN/m³ para el agua. En el caso que la licuefacción de los suelos sea un riesgo potencial, el nivel freático de diseño para las estructuras permanentes incluirá capas afectadas por licuefacción si esto es por encima de los niveles de agua subterránea de diseño. Los efectos de la reducción temporal, la filtración y efectos de tirón de la base se considerarán en el diseño de las obras provisionales, y serán transferidas a las obras permanentes si hay un efecto de "fijación" de las fuerzas transferidas. La extensión de las paredes temporales deberá ser suficiente como para mitigar los efectos de tales cargas durante la construcción.



El nivel freático para el diseño de las estructuras permanentes será asumido en base a la información disponible y debidamente comprobada para los sitios a lo largo del trazado y será aplicado en el diseño de acuerdo a las siguientes prescripciones:

- Si el nivel freático, dado por la información disponible, se encuentra a nivel del suelo o hasta una profundidad de 3m por debajo del nivel natural del suelo; se considerará para el diseño, un nivel freático que coincide con el nivel del terreno natural.
- Si de la información disponible se demuestra la ausencia de nivel freático o su presencia a una profundidad tal que no influya en las obras permanentes (profundidades mayores a 2L donde L es la profundidad de la obra interesada), podrá considerarse para el diseño la ausencia de dicho nivel freático.
- En todos los casos que no estén incluidos en las situaciones anteriormente descritas; el nivel freático de diseño podrá considerarse según cuanto corresponda en la información disponible (siempre y cuando esta esté debidamente comprobada) con adecuados factores de seguridad que tomen en cuenta una eventual fluctuación debido a la estacionalidad.

Para las obras temporales, el diseño de las estructuras de contención (diafragmas o pilotes) no debería cambiar el nivel freático a fin de reducir los asentamientos de los edificios existentes.

Los efectos de las cargas de flotación (subpresiones) serán considerados en el diseño de las obras temporales y permanentes. El Concesionario deberá comprobar la estabilidad de la estructura para la resistencia contra flotación (subpresión) y deberá diseñar la estructura de manera tal que respete los factores de seguridad según lo prescrito en la Normativa correspondiente de referencia. Para esta verificación se deberán considerar solamente el peso propio de los elementos estructurales y la colocación de concreto en la primera vía.

La verificación contra la flotabilidad se deberá cumplir de acuerdo con los códigos de jerarquía.

El Concesionario deberá comprobar todas las propuestas de las estructuras Cut&Cover para la posibilidad de flotabilidad debido a la presión diferencial de agua y deberá diseñar todas y cada una de las estructuras subterráneas de tal manera que los factores de seguridad descritos anteriormente contra la flotabilidad se verifiquen para todos los casos de carga.

El Concesionario se asegurará de que su método constructivo y la secuencia de la construcción sea tal que la resistencia adecuada a la flotabilidad se mantenga en todo momento.

18.1.16 Cargas de carreteras

La carga de la carretera no será inferior a la especificada en la norma EN 1991 o en otros códigos, de acuerdo con la jerarquía de códigos expuesta en el capítulo 17.3.

Las cargas se aplicarán a las combinaciones más desfavorables y se multiplicarán por los coeficientes de impacto especificados en la Normativa de referencia correspondiente. No se deberá añadir un margen dinámico a las estructuras subterráneas con una cobertura mayor de 1 m.

Para las estructuras subterráneas, por debajo de las vías públicas existentes o previstas, con un espesor de recubrimiento mínimo igual a, o mayor que 2,0 m, se deberá aplicar una carga viva uniforme mínima de 20 kN/m², aplicada en cualquier posición y configuración por encima de la losa de cubierta para crear el peor caso de combinación de carga. Si el espesor de recubrimiento mínimo es inferior a 2,0 m, la carga viva se determinará con precisión.



18.1.17 Sobrecargas

Se adoptarán las cargas en el diseño de acuerdo a lo especificado en la Tabla: Cargas permanentes superpuestas y Cargas impuestas.

En lo que respecta a las medidas de soporte primario durante la excavación de las estructuras subterráneas, se tendrán en cuenta las sobrecargas a aplicar debido a la existencia de edificios u otras estructuras de terceros (puentes, monumentos y estructuras similares) adyacentes a las Obras.

Estas cargas se deberán evaluar por separado para cada edificio o estructura por encima del terreno y se deberá aplicar a la estructura subterránea de una manera que considere el tipo y la configuración de los cimientos de cada edificio / estructura.

En cuanto a las estructuras permanentes subterráneas incluyendo el revestimiento definitivo del túnel, se deberán tener en cuenta las sobrecargas de los edificios que se podrán construir en el futuro, las cuales serán evaluadas en base a la información obtenida de las autoridades gubernamentales pertinentes y municipales y otra información que razonablemente debió haber sido conocido por el Concesionario.

Se deberá examinar el efecto de las posibles sobrecargas asimétricas actuante en cualquiera de los lados de una estructura subterránea. Para los edificios existentes y estructuras alrededor de la excavación, se llevarán a cabo evaluaciones detalladas en base a la capacidad y tipo de edificio y de cimentación, y en base a la carga, para determinar las cargas aplicadas y otros impactos de dichas sobrecargas de edificio en las Obras.

18.1.18 Cargas de Fuego

El diseño de las estructuras deberá cumplir con los requisitos de los reglamentos y normas especificadas de referencia con respecto a las cargas de fuego.

18.1.19 Movimiento Diferencial entre estructuras en línea

El movimiento diferencial entre estructuras adyacentes desde cargas estáticas o dinámicas deberá ser evaluado. Debido a la posibilidad de que tales sean incorporadas en el tamaño de las estructuras y el detalle de juntas, para asegurar que lo movimientos diferenciales y totales, incluyendo la distorsión y la rotación relativa, entre las estructuras no afecten la serviciabilidad de las estructuras para el ciclo de vida de las mismas.

18.1.20 Combinación de cargas

Los factores de carga y combinaciones de carga para los estados límite últimos y de servicio deberán cumplir con el Código peruano: "Reglamento Nacional de Edificaciones".

18.2 Estructuras subterráneas

18.2.1 Principios Generales

Las obras subterráneas deberán ser diseñadas de acuerdo a los siguientes estándares:

- a) Norma Peruana: "Reglamento Nacional de Edificaciones"
- b) Norma Euro (EN)
- c) Norma ACI (USA)
- d) Norma ASTM (USA)



e) Estándares internacionales, Códigos y otros

Se definen como estructuras subterráneas; todos los servicios y estructuras (distintos de los túneles excavados) que se construyan bajo tierra; entre estas:

- Estaciones en Cut&Cover
- Entradas/salidas de la estación
- Salidas de emergencia
- Pozos de emergencia y de ventilación
- Cajas de distribución
- Pasos peatonales subterráneos
- Servicios públicos

Cuando los muros de contención estén destinados a formar parte de las Obras Permanentes, el Concesionario deberá presentar su diseño a la Supervisión de Obra para su aprobación.

18.2.2 Principios de diseño

El Concesionario deberá especificar lo siguiente en el diseño de las estructuras subterráneas:

- a. Método de construcción, incluyendo las obras temporales y la secuencia constructiva
- b. Interacción estructura/terreno incluyendo los efectos de las Obras Temporales;
- c. Presión del terreno (incluyendo dilatación), la fuerza cortante y distribución de la fuerza de flexión durante la construcción y a largo plazo
- d. Respuesta a corto y largo plazo de la respuesta del terreno y del nivel freático;
- e. Otros cambios en las cargas estáticas, tales como excavaciones, sobrecargas, cargas vivas, cargas de tráfico y otros;
- f. Cambios del nivel freático a largo plazo;
- g. Cargas dinámicas y desplazamientos;
- h. La variación de las condiciones del terreno a lo largo del trazado;
- i. La variación de las propiedades del suelo o de la roca dentro de la zona de influencia de las obras,
- j. Todos los desagües y sistemas de corte de las aguas subterráneas necesarios para mantener las condiciones secas y estables, dentro de todas las excavaciones necesarias para las Obras;
- k. Los métodos por los cuales las estructuras completas e incompletas serán asegurados contra flotación;
- l. Las presiones diferenciales de las aguas subterráneas;
- m. Métodos de impermeabilización de la estructura terminada;
- n. La magnitud de los asentamientos del terreno y de las estructuras existentes, los movimientos, las distorsiones y los cambios en las condiciones de carga existentes, esperadas como resultado de la construcción de las Obras y cómo éstos serán mitigados;



- o. Mantenimiento de los flujos de tráfico a lo largo de las carreteras, incluido el acceso a las propiedades colindantes y caminos;
- p. Control de la oscilación vertical, dilatación, sifonamiento e inestabilidad de las excavaciones; y
- q. Los efectos de la vibración con el fin de minimizar la perturbación de estructuras de edificios existentes.

18.2.3 Soporte de Excavación.

El diseño de los soportes de excavación debe minimizar los efectos (tales como asentamientos, movimientos y deformación del terreno) en las estructuras adyacentes. Si necesario, el Concesionario deberá proporcionar soporte adicional para estas estructuras adyacentes.

Se deberá incluir en el diseño cualquier tratamiento del terreno, antes durante o después de la construcción de las obras (por ejemplo, la recarga del nivel freático) que se requiera para estabilizar el suelo y las estructuras existentes.

18.2.4 Informes de Diseño

El informe específico de diseño para estructuras de soporte de excavación deberá incluir, pero no limitarse a lo siguiente:

- a. Presión del terreno;
- b. Presión hidrostática;
- c. Cargas de cubierta (estático, vivo);
- d. Sobrecargas;
- e. Cargas sísmicas y/o vibratorias;
- f. Tipos de soporte y disposición;
- g. Cualquier otro tipo de carga accidental;
- h. Secuencia de construcción/demolición;
- i. Asentamientos, movimientos y deformaciones; calculadas para el terreno y las estructuras existentes adyacentes
- j. Las fluctuaciones calculadas en los niveles freáticos, tanto dentro como fuera de la excavación y paredes de soporte; y
- k. Cambios calculados a partir de las condiciones de carga de las estructuras existentes, de las estructuras recientes y de las estructuras futuras a partir de desarrollos futuros o de los proyectos públicos.

18.2.5 Declaración del Método en el Informe de Diseño

El Concesionario deberá preparar una declaración del método con todos los detalles del método, materiales, instalaciones y operaciones que intervienen en la construcción de las estructuras de soporte de la excavación. Esta declaración de método se deberá incorporar a la presentación del informe de diseño para la aprobación de la Supervisión de Obra y deberá incluir, pero no limitarse, a los siguientes detalles:

- a. El tipo de sistema de soporte de la excavación;
- b. La secuencia de excavación y hormigonado de los paneles;



- c. Los métodos de manejo del nivel freático dentro y fuera de la excavación y disposición de las aguas subterráneas;
- d. Los métodos de instrumentación, monitoreo y presentación de informes sobre el desempeño de los sistemas de soporte de la excavación. Se tomarán precauciones especiales para estructuras adyacentes existentes que se vean afectadas por las obras y se encuentren dentro del rango potencial de asentamientos de acuerdo con la predicción del diseño,
- e. Los procedimientos de emergencia que se aplicarán en el caso de que el monitoreo y los informes indiquen que las tolerancias asociadas a los soportes de excavación puedan ser excedidas.

18.2.6 Criterios de deflexión

- a) La deflexión de una estructura o parte de la misma no deberá alterar el aspecto, la funcionalidad, la durabilidad o la eficiencia de la estructura, o de los acabados o particiones asociados.
- b) La deflexión final debido a todas las cargas, incluyendo los efectos de la temperatura, la fluencia y la contracción del hormigón deberán ser medidos desde el nivel bruto de colada de los soportes de pisos, techos y todos los otros miembros horizontales y no debe exceder de la proporción de (luz libre) / 250.
- c) La deflexión de los muros de contención deberá cumplir con los códigos de diseño y normas aplicables.

18.2.7 Criterio de durabilidad

18.2.7.1 General

El diseño deberá asegurar que tanto los estados límites de servicio como los estados límites últimos se hayan verificado de acuerdo con las normas y códigos que aquí se especifican.

El diseño deberá tener plenamente en cuenta las condiciones predominantes del suelo y del nivel freático y las condiciones previstas que puedan producirse en el lugar durante la vida de diseño de las Obras.

El diseño deberá incluir un análisis de las deformaciones y esfuerzos térmicos para mitigar el agrietamiento prematuro.

El diseño deberá abordar todos los factores físicos o químicos, tales como la corrosión, la penetración de cloruros, carbonatación, agrietamiento de sulfato y la corrosión del acero de refuerzo, de los espaciadores de acero, de los accesorios de acero, elementos integrados y componentes similares que inciden negativamente en la durabilidad de las obras. Estos deberán ser identificados y tenidos en cuenta en el diseño para asegurar que se obtenga la vida de diseño especificada de las Obras.

18.2.7.2 Resistencia del Hormigón

El Concesionario, sobre la base de los cálculos estáticos de las estructuras propuestas, debe garantizar la resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, a proveer para el hormigón de las distintas realizaciones, aumentada cuando sea requerida por los requisitos de durabilidad.

Para todos los elementos en hormigón prefabricado se requiere la resistencia mínima a la compresión prescrita en la norma MTC E 704 igual a 31,4MPa.



Para las dovelas de revestimiento prefabricadas de los túneles construidos con excavación totalmente mecanizada, con el fin de satisfacer la necesidad de impermeabilización de la misma, el valor mínimo de la resistencia a la compresión según la norma MTC E 704 se incrementa a 34.3MPa.

18.2.8 Propiedades de los materiales

Se requieren los siguientes materiales para la construcción de las obras en hormigón reforzado:

Concreto: Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto:

Tabla 16. Clase de Concreto y Resistencia mínima a la Compresión, Normas MTC E704

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado	
A	34.3 MPa (350 Kg/cm ²)
B	31.4 MPa (320 Kg/cm ²)
Concreto reforzado	
C	27.4 MPa (280 Kg/cm ²)
D	20.6 MPa (210 Kg/cm ²)
E	17.2 MPa (175 Kg/cm ²)
Concreto simple	
F	13.7 MPa (140 Kg/cm ²)
Concreto ciclopeo	
G	17.2 MPa (175 Kg/cm ²)
H	13.7 MPa (140 Kg/cm ²)
Se compone de concreto simple Clase E y F, y agregado ciclopeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo.	

Acero de Refuerzo: Para el diseño de hormigón reforzado se utilizarán varillas corrugadas (ASTM A-615), como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 17. Calidades del acero de refuerzo que cubre la Normas ASTM

Grado	ASTM	f_y mín (kg/cm ²)	f_y max (kg/cm ²)	f_u mín (kg/cm ²)	f_u/f_y (mm)
40	A 615	2,800	--	4,200	--
60	A 615	4,200	--	6,300	--
75	A 615	5,300	--	7,000	--
60	A 706	4,200	5,500	5,600	1.25

18.2.9 Tiempo de resistencia al fuego

Todas las estructuras deberán estar diseñados para la protección contra incendios como se especifica en el Código peruano: "Reglamento Nacional de Edificaciones". Para el cálculo de la carga de incendio de diseño se deberán tomar en cuenta la Normativa NFPA de referencia.

Los materiales específicos para las Obras deberán ser no inflamables y no deberán emitir humos tóxicos cuando se sometan a calor o fuego, excepto cuando lo permita el Contrato. En todos los casos en que existen importantes riesgos de incendio los materiales deberán ser auto-extinguibles, de baja inflamabilidad, de baja emisión de humos y de baja o nula toxicidad.



Los espesores mínimos de los elementos de hormigón y de las cubiertas de hormigón para la resistencia al fuego deben cumplir con las cláusulas respectivas del Código peruano: "Reglamento Nacional de Edificaciones".

18.2.10 Recubrimiento mínimo de refuerzo

El recubrimiento mínimo de hormigón para el refuerzo deberá respetar los valores del Código peruano: "Reglamento Nacional de Edificaciones".

El recubrimiento mínimo para el refuerzo no debe ser menor al mínimo entre el recubrimiento requerido por resistencia al fuego (de acuerdo con la Norma A.130 Requisitos de Seguridad) y los siguientes:

- a) Concreto vaciado contra el suelo o en contacto con agua de mar: 70 mm
- b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:
 - Barras de ϕ 5/8" o menores 40 mm
 - Barras de ϕ 3/4" o mayores 50 mm
- c) Concreto no expuesto al ambiente:
 - Losas o aligerados 20 mm
 - Muros o muros de corte 20 mm
 - Vigas y columnas (*) 40 mm
 - Cáscaras y láminas plegadas 20 mm

(*) El recubrimiento deberá medirse al estribo.

18.2.11 Condiciones de exposición

Con el fin de garantizar la durabilidad de los elementos de hormigón armado, las características de composición y resistencia mecánica del hormigón, así como los valores de la cubierta de hormigón y las reglas del fraguado tendrán que definirse en el cumplimiento de las normas.

Las condiciones de exposición de los distintos elementos de estructuras deberán ser como se especifica a continuación.

A fin de dicha determinación tendrán que adoptarse las siguientes clases de exposición (excepto en el caso de las situaciones que pueden resultar mayormente expuesto en base a los resultados de obligatoria investigación específica sobre la determinación de la agresividad del medio ambiente):

Clase + XC2 XA2 (ambiente húmedo de agresividad moderada):

Para todas las estructuras contra tierra (ambas superficies de los diafragmas, los pilotes, las superficies que están en contacto con la tierra de los revestimientos de túneles naturales y suelos de cobertura, etc.), las superficies laterales en contacto con la tierra de los revestimiento (contra las paredes) interna y las dos caras de la losa de cimentación; la clase de exposición indicado será válida incluso en presencia de los revestimientos protectores tales como impermeabilización o soleras;



Clase XC3 + XA1 (ambiente de humedad moderada y débil agresión):

Para todas las estructuras al aire libre y para todas las estructuras internas, incluyendo las superficies internas de los revestimientos (o contra pared) internos y las superficies interiores, revestimientos de fúneles naturales.

El valor de Rck a ser adoptadas para el hormigón de diversos elementos será el mayor entre el requerido por las exigencias de durabilidad y aquellas determinadas sobre la base de cálculos estáticos. Además, el tipo de cemento deberá ser puzolánico o de alto horno en consideración de la mayor estabilidad química en comparación con el cemento Portland, que resulta más fácil de ser atacado por los sulfatos,

Para estos cementos se prescribe por último, la clase resistente 32.5 R lo que proporciona una menor temperatura de hidratación y requiere menor relación agua / cemento (con igual resistencia), de los cuales consigue un hormigón con menor porosidad y menor formación de grietas capilares.

18.2.12 Ancho de las fisuras

Todos los elementos estructurales de hormigón deberán estar diseñados para evitar el agrietamiento excesivo y prematuro debido a la flexión, y a fenómenos térmicos y de contracción del hormigón. El máximo ancho de las fisuras deberá ser el especificado en la Tabla 18 de acuerdo con el Código peruano: "Reglamento Nacional de Edificaciones" y el Código americano ACI Standard.

18.2.12.1 Fisuración por flexión

El ancho de las fisuras debido a flexión se deberá verificar de acuerdo con los códigos y normas de diseño aplicables especificadas en este documento. Los límites especificados en la tabla de abajo se aplicarán con independencia del uso de protección adicional, tal como una membrana de impermeabilización aplicada a los elementos de la estructura.

18.2.12.2 Prematura fisuración debido a fenómenos térmicos y de contracción

Se deberá diseñar un refuerzo adecuado para evitar la prematura fisuración debido a fenómenos térmicos y contracción para muros y losas de más de 250 milímetros de espesor si son sometidos a restricción interna y externa durante la construcción. Las tensiones térmicas y de contracción debido a las diferencias térmicas y de contracción prematuras, deberán ser representadas en el diseño del refuerzo para la fisuración.

El método preferido para el control de la prematura fisuración debido a fenómenos térmicos y de contracción es utilizar barras de refuerzo de diámetro pequeños colocados en intervalos cortos. Se deberán imponer los límites especificados en la tabla a continuación. Se puede utilizar la norma EN 1992 como guía.

Tabla 18. Ancho de las fisuras

Elemento	Ancho max. de las fisuras [mm]
Superficie de hormigón en directo contacto con el terreno/relleno	0,33
Elementos internos de hormigón	0,40



18.2.13 Impermeabilización

La calidad y el grado del hormigón, el tratamiento de las juntas de construcción, las zonas de colado de losas y las membranas externas se deberán elegir de tal manera que el nivel requerido de impermeabilización pueda ser alcanzado y mantenido.

Se deberá facilitar una membrana de impermeabilización externa a todos los elementos permanentes de las estructuras expuestas al terreno circundante.

Los detalles de la estructura deberán comprender las previsiones de despuntes, chaflanes y achates según sea apropiados, para facilitar la colocación y el funcionamiento de las membranas impermeabilizantes.

Los materiales para las juntas de dilatación, para los sellantes, lechadas y similares deberán tener un rendimiento contra incendios aceptable según el uso en un ferrocarril subterráneo.

18.2.14 Mampostería

La mampostería no deberá utilizarse como elemento estructural de soporte de carga.

18.3 Obras Temporales

18.3.1 Principios Generales

En general, las Obras temporales se deberán diseñar de conformidad con las normas de diseño para las Obras Permanentes. Sin embargo, el diseño de las obras temporales podrá tener en cuenta la duración limitada de tiempo sobre las que tales obras temporales se espera que funcionen. Los cálculos y dibujos deberán señalar claramente donde se ha utilizado las provisiones en materia de duración limitada, sobre todo cuando esto pueda tener una influencia sustancial en la estabilidad de las Obras Temporales.

El diseño de las Obras Temporales deberá tener en cuenta todas las fuerzas externas aplicadas y todas las deformaciones estructurales impuestas y, en cuando aplique, los efectos de la eliminación de la carga del terreno.

18.3.2 Diseño de Soportes Temporales de Excavación

Las excavaciones para las estructuras Cut&Cover en suelos o rocas blandos deberá ser soportada mediante adecuadas estructuras de contención. En el diseño de estos elementos se deberá incluir un análisis completo paso a paso del cambio progresivo en la carga y las condiciones necesarias de soporte temporal a medida que avanza la excavación.

Las excavaciones arriostradas o ancladas deberán ser analizadas por elementos finitos o métodos similares, en los que los cambios en los esfuerzos del terreno estén debidamente relacionados con las deflexiones que se producen en los elementos estructurales, por medio de la utilización de una rigidez adecuada y otros parámetros. Se deberán emplear modelos y métodos analíticos simplificados para calibrar y respaldar los análisis de elementos finitos de las diversas permutaciones de geometría y carga de la estructura.

Las Obras Temporales deberán ser diseñadas en la medida de lo posible para ser retiradas cuando ya no sean necesarias, y no deberán ser dejadas en el terreno. Las obras temporales que se consideran como imposibles de quitar una vez finalizadas las Obras Permanentes deberán ser desmanteladas a una profundidad mínima de 2 metros por debajo de la superficie acabada del suelo y diseñadas de manera que no habría riesgo de asentamiento del terreno u otros efectos nocivos, como consecuencia del deterioro y/o colapso de estas obras temporales.



18.3.3 Estabilidad de la Base de Excavación

El diseño debe incluir precauciones adecuadas contra cualquier fallo de las excavaciones durante la construcción. La estabilidad de las bases de excavación se deberá verificar de acuerdo con el método de análisis aceptables para la Supervisión de Obra, que deberá tener en cuenta todas las cargas razonables dentro y fuera de la excavación

El diseño deberá incluir cálculos que demuestren la contribución a la estabilidad de la base de la excavación por el método propuesto para su construcción y deberá indicar el/los factor/es de seguridad utilizado en el diseño. El o los factores de seguridad deberán relacionarse con el método de construcción y con la ubicación particular de las Obras, y se deberán presentar a la Supervisión de Obra para aprobación.

18.3.4 Apuntalamiento de Estructuras de Edificios Existentes

Cuando la construcción de obras subterráneas requiera la eliminación de soportes o cimientos existentes de edificios existentes, estructuras, servicios públicos, servicios, pozos, pavimentos, artefactos de carretera y similares, el Concesionario deberá llevar a cabo investigaciones del alcance de los trabajos existentes, su diseño y las condiciones de carga.

El diseño deberá incluir dichas obras que sean necesarias para mantener la integridad de las estructuras de los edificios existentes en cada momento. Ningún trabajo deberá comenzar antes de la aprobación de la Supervisión de Obra. El costo del diseño y suministro de cualquier tipo de soporte/refuerzo de estas estructuras se considerará incluido en el Precio del Contrato.

18.3.5 Movimientos del terreno

Los diseños de las Obras Temporales y Permanentes deberán limitar el movimiento del terreno y las distorsiones a lo largo de toda la obra para evitar daños a las estructuras adyacentes.

El Concesionario deberá llevar a cabo una evaluación de riesgos para todas las estructuras de los edificios existentes dentro de la zona de influencia de las Obras. Los análisis de las Obras Temporales deberán estar debidamente relacionados con las conclusiones de la evaluación de riesgos.

18.3.6 Drenado durante la Construcción

El drenado temporal de las excavaciones durante la construcción tendrá que proporcionar una subrasante imperturbada, estable y seca para permitir la construcción y el rellenado de las Obras Permanentes en condiciones secas.

El Concesionario deberá preparar y presentar el diseño de su sistema de drenado durante la construcción a la Supervisión de Obra para su aprobación. El diseño del sistema de drenado durante la construcción deberá incluir la determinación de las condiciones del subsuelo y de los parámetros geotécnicos de diseño, análisis para establecer métodos factibles y la definición del sistema con suficiente detalle como para demostrar que los objetivos generales se puedan lograr sin efecto adverso sobre las estructuras adyacentes de los edificios existentes. El sistema seleccionado deberá proporcionar generalmente un funcionamiento continuo (24 horas por día), equipo de reserva adecuada, y energía de reserva.

En general, el agua subterránea dentro de las excavaciones se deberá mantener a un nivel que permita el logro de lo anterior y evite cualquier fallo de la excavación.

El Concesionario deberá garantizar que el nivel de las aguas subterráneas en el interior del pozo de excavación sea de al menos 500 mm por debajo del nivel de excavación actual en cualquier momento durante las etapas de construcción pertinentes.



Se deberá considerar en el diseño los efectos de los asentamientos, distorsiones o pérdida de terreno debido a la eliminación de agua. Para las estructuras adyacentes existentes estos efectos se deberán considerar en la evaluación del impacto en las estructuras de los edificios existentes.

Cualquier sistema de drenado temporal no deberá ser apagado, a menos que la estructura se encuentre construida a un nivel que cumpla con todos los requisitos en lo que respecta a las filtraciones o de flotación cuando el agua subterránea regresa a los niveles de diseño.

El Concesionario será responsable de todas las aprobaciones gubernamentales y de otra índole, necesarias para sus métodos de control de aguas subterráneas.

18.3.7 Mejoramiento del terreno

El mejoramiento del suelo puede ser requerido a lo largo de ciertos segmentos de alineación para el control de los movimientos y la distorsión del terreno y de las estructuras existentes que pueden ser inducidos por la excavación y construcción de túneles y en los lugares de entrada/salida del túnel, durante el avance de una excavación del túnel o en las excavaciones a cielo abierto de las estructuras de Cut&Cover.

El diseño deberá definir los objetivos de desempeño para el mejoramiento del suelo, donde sean requeridos.

La información y las hipótesis sobre las que se basa el mejoramiento del terreno se deberán mostrar en los planos de diseño.

18.3.8 Detalles de conexiones

18.3.8.1 Esquinas

El diseño deberá prestar especial atención a las uniones de las esquinas de grandes elementos estructurales. Uniones pared/losa deberán estar provistas de acero para el control de grietas y refuerzos transversales.

En las esquinas rígidas, se deberá aumentar el radio de curvatura de las barras de tensión principales para soportar las grandes tensiones debido a la curvatura.

18.3.8.2 Juntas de Construcción y de Expansión

El diseño y los detalles de las juntas de construcción y expansión deberán ser suficientes para los trabajos propuestos y mínimas para reducir el riesgo de filtraciones.

Las juntas de construcción y expansión de los miembros externos deberán estar diseñadas como juntas a prueba de agua con medidas adecuadas

18.3.8.3 Conexiones losa-pared para el Método Constructivo Top-Down (de arriba hacia abajo)

Se deberá prestar atención particular a los aspectos prácticos del diseño y del detalle de las conexiones losa-pared y los medios por los cuales se asegurarán la integridad de las juntas de construcción en estas conexiones.

Se deberá prestar atención particular a los detalles de las conexiones del sistema externo de impermeabilización con la losa y con el muro.

18.3.8.4 Conexiones entre Túnel perforado y estructuras Cut&Cover



La conexión entre túneles perforados y estructuras Cut&Cover completas o parcialmente completas deberá ser diseñada y completada garantizando la estanqueidad y la integridad de la junta. El diseño de esta junta de conexión deberá considerar la posibilidad de movimiento diferencial durante la construcción y durante la operación.

El movimiento diferencial entre el túnel perforado y la estructura Cut&Cover deberá ser lo suficientemente pequeño como para no causar esfuerzos excesivos en dicha junta.

Se deberá prestar atención particular a los detalles de impermeabilización, para asegurar que la estanqueidad de esta junta no sea inferior a la junta estándar entre los segmentos prefabricados del túnel.

18.4 Diseño de los túneles

18.4.1 General

18.4.1.1 Consideraciones de Diseño

- Se deberá utilizar el método de análisis a los estados límites últimos para el diseño de todas las estructuras subterráneas permanentes de concreto.
- El método de análisis de los revestimientos deberán tener en cuenta la proximidad del frente en el momento de la instalación y el potencial de cargas adicionales a medida que avanza el frente.
- El método de diseño para el análisis de los revestimientos de los túneles perforados deberá tener en cuenta la interacción entre el revestimiento y el terreno, la deflexión del revestimiento y la redistribución de la carga dependiente de la relativa flexibilidad del revestimiento, la variabilidad y la compresibilidad del terreno.
- Las cargas del terreno utilizados en el diseño del revestimiento permanente deberá tener en cuenta todas las cargas y las cargas adicionales del terreno que dependen del desarrollo de las tensiones con el tiempo. El Concesionario deberá diseñar el revestimiento definitivo ignorando la contribución de los soportes temporales.
- Se deberá tener en cuenta el grado de flexibilidad de los revestimientos que se utilizan en las diferentes condiciones de suelo y se deberá tener en cuenta el tamaño, proximidad, tiempo y método de construcción de las excavaciones adyacentes. La flexibilidad inherente del revestimiento puede tener que ser reducido con el fin de mantener los valores aceptables para la deformación del revestimiento.
- Los parámetros geotécnicos de diseño adoptados y el método de análisis del revestimiento deberán estar sujetos a la autorización de la Supervisión de Obras antes del comienzo del diseño.
- La vida útil de diseño requerido se deberá obtener mediante la utilización de materiales duraderos, protección contra la corrosión, resistencia o evitamiento del desgaste etc. Todas las obras subterráneas deberán estar diseñadas para alcanza la vida mínima de diseño con un mantenimiento mínimo o cero
- El Concesionario deberá diseñar todos los revestimientos necesarios para túneles y pozos, incluyendo los revestimientos temporales. Si el Concesionario propone alguno de sus métodos propios, materiales o componentes a utilizarse, el Concesionario será responsable de demostrar su aptitud para el uso a plena satisfacción de la Supervisión de Obras.
- El Concesionario deberá determinar la configuración de los anillos, la segmentación y los detalles de juntas y fijaciones, etc para adaptarse a las condiciones del terreno,



cargas, métodos de construcción y todas las funciones de las Obras completas como se describen en este documento. El diseño deberá ocuparse de cuestiones como las siguientes, según corresponda:

1. Configuración de los anillos,
 2. Tamaño y forma del segmento,
 3. Detalles de las juntas incluyendo:
 - juntas entre anillo-anillo,
 - juntas segmento-segmento,
 - Para la fijación de todos los equipos a instalarse
 - Para la fijación de los equipos requeridos por el Concesionario para adaptarse al posicionamiento de los segmentos,
 - Manejo e instalación.
 - Agujeros, huecos y accesorios para otros componentes del sistema
 - El diseño deberá permitir tolerancias en la producción e instalación de los segmentos
 4. Otros componentes:
 - Válvulas para agujeros de lechada,
 - Juntas,
 - Cama de apoyo y materiales de embalaje.
 5. Instrumentación y monitoreo para demostrar el desempeño del revestimiento instalado.
- El método de análisis deberá considerar las tensiones in situ y deberá proporcionar las pruebas y/o mediciones a la Supervisión de Obras en apoyo a los parámetros adoptados en el diseño.
 - Se deberán llevar a cabo los análisis de las cargas adicionales del terreno impuestas por las estructuras adyacentes a las estructuras subterráneas y teniendo debidamente en cuenta las tensiones adicionales en el diseño de las estructuras subterráneas.
 - Cuando los túneles sean adyacentes a los edificios y otras estructuras, se deberán facilitar los análisis para asegurarse de que no haya pérdida de soporte lo que podría poner en peligro la estabilidad de los edificios y estructuras y que los asentamientos estén dentro de los límites especificados.
 - Todas las secciones del túnel deberán tener revestimientos estructurales permanentes y duraderos, que generalmente consisten en segmentos de acero atornillados, anillos prefabricados de hormigón, o segmentos de hormigón in situ, de hormigón simple o armado.
 - Los revestimientos deberán estar diseñados para soportar todas las cargas ambientales y efectos sin deterioro. En general, los revestimientos de los túneles deberán estar diseñados para cumplir con los siguientes requisitos y resistir las cargas siguientes:
 - Cargas superpuestas superficiales debido a tráfico, estructuras existentes por encima y al lado del túnel, y cualquier carga futura especificada.
 - Cargas debido al suelo/roca, agua y sísmicas.
 - Cargas de tren.
 - Necesidades estructurales para resistir el pandeo.
 - Tensión del suelo o squeeze a largo y corto plazo.



- Presiones de inyección desiguales.
- Presencia de un túnel o una excavación adyacente.
- Las aberturas en ampliaciones en el revestimiento.
- Cargas inducidas por la construcción a largo y/o corto plazo.
- Temperatura y contracción.
- Las cargas de manipulación, incluyendo las repercusiones, especialmente en el caso de segmentos sin refuerzo.
- Donde sea necesario, las fuerzas de apoyo de los gatos hidráulicos
- El diseño de los revestimientos de los túneles deberá ser plenamente compatible con el método propuesto por el Concesionario. El principal método de excavación deberá ser con tecnologías mecanizadas con revestimientos prefabricados de hormigón permanentes, otros tipos de revestimiento o revestimiento de hormigón in-situ.
- El diseño también deberá tener en cuenta todas las cargas, los requisitos de la planificación general, la necesidad de investigaciones adicionales, según sea necesario, y limitaciones contractuales con respecto a los movimientos y drenado del terreno.
- Todos los componentes de las estructuras subterráneas deberán estar dimensionados para soportar las cargas aplicadas y las fuerzas de la siguiente manera:
 - Carga muerta que comprende el peso propio de la estructura básica y de los elementos secundarios soportados y el peso de la cubierta de tierra. La profundidad de la cubierta será la profundidad real. Se deberá utilizar la profundidad máxima al eje del túnel.
 - Sobrecarga de tráfico de acuerdo con los códigos y normas antes mencionadas.
 - Las cargas de las actuales o futuras estructuras adyacentes por encima o dentro de la zona de influencia, que se mantendrá en su lugar por encima de los túneles, o cualquier carga futura especificada. La carga de cimentación aplicable se calcula en base a la altura y al tipo de ocupación o uso. Para los futuros edificios conocidos, se deberá utilizar una carga mínima basada en una carga muerta y viva de 50 kPa en las cimentaciones.
 - Los soportes adicionales, el tratamiento del suelo o el aumento del espesor del revestimiento adicional se deberá proporcionar a menos que pueda demostrarse que ya existe la prevención adecuada.
 - Cuando no esté especificada la prestación para una futura estructura se deberá aplicar una sobrecarga mínima de 50 kPa en el nivel del suelo existente o de diseño.
 - Presiones hidrostáticas.
 - Cargas y cambios de carga debido a actividades de construcción conocidas en la proximidad del túnel, tales como la excavación de pasos subterráneos, sótanos, grupos de pilotes, puentes, muros pantalla y anclajes de tierra.
 - El diseño de los revestimientos de los túneles deberá tener en cuenta la secuencia y el período de la construcción y la proximidad de estructuras adyacentes y otros servicios públicos.



- o Otros.

18.4.1.2 Flotación

Cuando los túneles perforados sean relativamente poco profundos, se deberá realizar las verificaciones a flotación en lugares representativos típicos debido a la presión diferencial de agua.

El Concesionario deberá incluir, en el diseño de las estructuras de túneles perforados, adecuados métodos para contrarrestar la flotación debido al agua desplazada.

Las estructuras subterráneas, deberán ser verificadas a flotación, usando:

- Las cargas muertas
- Las cargas de gravedad características (peso del relleno).
- Las presiones hidrostáticas características de flotación.

No se tomarán en cuenta las cargas vivas y muertas que no pueden estar presentes durante todo el periodo de vida del proyecto.

Las dimensiones totales de la estructura utilizada en los cálculos de flotación deberán incluir las tolerancias de construcción de tal manera que el factor de seguridad calculado contra flotación sea mínimo.

Los cálculos se deberán basar en el nivel freático del peor caso probable que pueda ocurrir durante la vida del proyecto (estado límite último), como se infiere de investigaciones actuales de campo con respecto a los datos hidrogeológicos, incluyendo los posibles efectos de la presencia de la estructura en el camino de flujo del agua subterránea.

En caso necesario, se deberá indicar en los planos correspondientes una secuencia de construcción que proporcione las garantías adecuadas contra la flotación durante todas las etapas de la construcción.

Se deberá verificar la seguridad de la estructura contra la flotación. En el caso que se requiera la aplicación de miembros estructurales a tracción (por ejemplo, pilotes, micropilotes, anclajes, etc) con el fin de afrontar la flotación, se deberá verificar la estabilidad del sistema y su capacidad estructural.

Cuando la estructura sea marcadamente asimétrica, se deberán considerar los efectos de rotación como resultado de la flotabilidad diferencial.

El peso efectivo del relleno por encima de la losa de cubierta se deberá calcular como el área cargada multiplicado por la "tensión eficaz". El área cargada será la definida por los bordes exteriores del techo de la estructura. El peso específico del relleno deberá ser asumido igual a 20kN/m³, a menos que no se disponga de datos más precisos.

La carga muerta de la estructura puede incluir cualquier extensión de la pared por debajo de la base de la estructura, siempre que la pared se refuerce suficientemente para llevar todas las fuerzas que actúan sobre ella.

El peso propio de la estructura utilizada en los cálculos de flotación durante una etapa de construcción intermedia deberá excluir el peso de las cargas muertas, o partes de los mismos que no pueden ser eficaces en ese momento.

La carga muerta utilizada en el cálculo de la flotación de la estructura terminada deberá excluir el peso de:

- Cualquier extensión de las paredes por encima de la losa de cubierta



- Pavimentos de calle y aceras peatonales y parte del material de relleno, ya que pueden ser eliminadas en el futuro y la altura del relleno de la estructura puede reducirse (En aras de la simplicidad, 1,0 m de espesor de relleno que al menos se puede eliminar).

18.4.1.3 Levantamientos y asentamientos

Todos los diseños del túnel deberán ser verificados a flotación y levantamiento de acuerdo con los métodos especificados anteriormente. En el caso que estas comprobaciones indiquen un caso crítico, en términos de levantamientos y/o asentamientos del terreno, el Concesionario, deberá llevar a cabo un análisis más riguroso. *Tal análisis debe mostrar claramente el factor de seguridad logrado por el diseño y deberá ser presentado a la Supervisión de Obras para su aprobación.*

18.4.1.4 Tratamientos del terreno y soportes temporales

Para todas las secciones perforadas del túnel, se deberá prepara un plan, basado en todos los datos disponibles, de la necesidad prevista y de los métodos para proporcionar lo siguiente:

- a. Tratamientos del terreno en los lagares de entrada/salida
- b. Tratamientos del terreno durante el avance de la excavación del túnel.
- c. Soporte temporal durante la excavación del túnel.

Esta información y las hipótesis en las que se basan, se deberán mostrar en los planos de diseño. El efecto de las actividades de construcción de los túneles en las estructuras situadas por encima de la línea del túnel se deberá determinar, cualquier acción correctiva necesaria para minimizar los asentamientos de estas estructuras deberá ser propuesta y ejecutada antes de la excavación del túnel.

Se deberán proporcionar las especificaciones detalladas de los materiales y de fabricación para el uso, en su caso, de hormigón lanzado, pernos para roca, o ambos como parte de cualquier revestimiento final/permanente o sistema de soporte para los túneles.

18.4.2 Soportes de Primera fase para túneles

18.4.2.1 General

El método de diseño del revestimiento de primera fase deberá tener en cuenta al menos los siguientes puntos:

- El tipo o tipos de suelo en el que se excave el túnel, y las propiedades asociadas del suelo, así como las condiciones hidro-geológicas y geotécnicas;
- Cargas superficiales de la cobertura total, y si es necesario, el exceso de carga debido a los edificios existentes y al tráfico.
- Cargas laterales apropiadas.
- La completa presión hidrostática del agua.
- La proximidad de otros túneles o estructuras.
- La carga producida por una posible expansión.
- El tipo de roca, las discontinuidades rocosas, fisuras en las rocas y fracturamiento de roca.
- La presión debido a la cobertura, la presión debido a roca suelta, presión debido a la hinchazón del terreno, si esta previsto;
- La secuencia constructiva



- Estructuras de terceros;
- La construcción segura de la estructura de soporte de primera fase de los túneles en sí;
- El soporte de primera fase deberá detener el movimiento de tierra;
- La integridad estructural y el rendimiento de servicio de todos los edificios/estructuras influenciados, mediante la limitación de sus deformaciones dentro de los límites aceptables / permisible,

Dado que la presencia y la naturaleza de las aguas subterráneas afectan el diseño del revestimiento de primera fase, se deberán examinar los siguientes factores en detalle:

- El rango de presiones de agua subterránea durante la fase de construcción, en condiciones de corto y mediano plazo;
- El impacto sobre las estructuras (es decir, el impacto sobre cimientos de los edificios, subsidencia, etc) debido a los cambios del nivel de las aguas subterráneas durante las excavaciones del túnel;
- El impacto del agua sobre los geomateriales siendo excavados, como la soltura, la desintegración y / o hinchazón, etc.
- El diseño del sistema de drenaje adecuado para las obras, con respecto a los flujos de corto y mediano plazo, y
- Las características locales de drenaje de los geomateriales circundante deberán tenerse en cuenta para la determinación del método más apropiado para la excavación y el control del agua subterránea;

El modelo geotécnico deberá incluir al menos la siguiente información:

- Un perfil geotécnico evaluado, a lo largo del eje del túnel que delimite las zonas con condiciones similares de excavación de túneles y de soporte (a menudo llamadas clases de excavación de túneles). Si los datos disponibles no permiten tal delimitación, se deberá evaluar la fracción relativa (es decir, la longitud esperada como un porcentaje de la longitud total del túnel) de cada clase de excavación del túnel;
- Cada clase de excavación de túnel deberá estar caracterizada por una clasificación específica del macizo rocoso. Se pueden aplicar requisitos adicionales para las clases de excavación de túnel de poca profundidad de cobertura o por debajo de las estructuras de superficie;
- Para cada clase de excavación del túnel, se deberá establecer un conjunto de parámetros de diseño utilizando la clase específica del macizo rocoso y todos los otros requisitos necesarios, de acuerdo con el diseño; y
- Con base en lo anterior, se deberá proveer un esquema de excavación y soporte de primera fase para cada clase de excavación de túnel.

Se deberá realizar un análisis estructural para cada clase de excavación de túnel con los siguientes objetivos:

- Verificar que las medidas de apoyo primarios previstos para la clase sean suficientes, seguros y causen una convergencia aceptable de la pared del túnel y de los movimientos del terreno, y
- Realizar los cálculos para el factor de seguridad del diseño, para la clase de túnel. Este objetivo se alcanzará mediante la realización de un análisis complementario de una



determinada clase de excavación de túnel, utilizando los parámetros geotécnicos de la categoría inmediatamente inferior.

El análisis estructural se deberá realizar en dos dimensiones (es decir, suponiendo condiciones de deformación plana). En casos especiales (por ejemplo, en el diseño de las intersecciones de túneles o en caso de malas condiciones geotécnicas), se deberán llevar a cabo análisis 3-D; los análisis en dos dimensiones deberán incluir los efectos 3-D del frente de excavación del túnel por uno de los siguientes métodos:

- Método de reducción de la presión interna, es decir, mediante la reducción de la presión interna de la sección transversal excavada a un valor compatible con la convergencia de la pared, en el lugar donde el revestimiento de primera fase sea instalado, o
- Método de reducción del módulo, es decir, reduciendo el módulo de la sección transversal excavada a un valor compatible con la convergencia de la pared, en el lugar donde el revestimiento de primera fase sea instalado.

El Concesionario deberá investigar y evaluar, en caso sea necesario, las estructuras que se encuentran por debajo y por encima del túnel en cuanto a las posibles influencias negativas en el túnel por debajo de las obras y abordar los resultados de los hallazgos de este tipo en su diseño.

Si, como resultado de la nueva información proporcionada por las excavaciones o por el monitoreo in situ y/o las investigaciones, hubieran indicios de que los parámetros de diseño deberían ser modificados en cualquier forma, tal modificación y las alteraciones resultantes en el diseño, construcción y detalles técnicos se llevarán a cabo, después que el Concesionario haya recibido la aprobación por parte de la Supervisión de Obras.

Las propuestas relativas a la mejora del suelo deberán ir acompañadas de una justificación detallada y de todos los cálculos necesarios, que se presentarán a la Supervisión de Obras para su aprobación.

18.4.2.2 Diseño

El Concesionario deberá presentar a la Supervisión de Obras los diseños de las principales medidas de soporte de primera fase para los revestimientos del túnel. Cada uno de estos diseños deberá incluir, pero no limitarse a lo siguiente:

- Una breve descripción de las condiciones geológica y geotécnica previstas y evaluadas de las secciones pertinentes, los cuales serán presentados a la Supervisión de Obras para su aprobación. Los modelos geotécnicos de diseño adoptados deberán ser descritos con la necesaria claridad y en detalle;
- La descripción detallada de las medidas de soporte de primera fase adoptadas, así como de todas las fases de construcción relacionadas y de la metodología. La descripción deberá incluir los posibles requisitos previos antes del comienzo de cualquier fase de construcción;
- La presentación de las posibles correlaciones de cualquiera de las fases de construcción con otras obras paralelas, como por ejemplo las desviaciones de la red de servicios públicos, instalaciones electromecánicas, obras de drenaje y alcantarillado, de vía y sistemas ferroviarios;
- La descripción detallada del modelo estructural adoptado para el túnel con sus geomateriales circundantes;
- La descripción detallada de los monitoreos necesarios y el programa de instrumentación con clara referencia a los correspondientes niveles de advertencia y de alarma;



- La descripción detallada de las medidas de contingencia para casos de emergencia, con el fin de garantizar la seguridad de las estructuras y la continuación segura de las Obras;
- Los cálculos de diseño y los análisis estructurales deberán atender plenamente la posible variabilidad de los parámetros geotécnicos y las condiciones del nivel freático;
- Planos de construcción;
- Cualquier otra información técnica considerada necesaria para la construcción segura y apropiada de las obras, que no estén incluidas en los dibujos;
- El diseño del soporte de primera fase deberá cumplir con los requisitos de seguridad de los Códigos y Normas antes mencionadas en cuanto a los factores parciales aplicables y los enfoques de diseño.
- Identificación y evaluación de riesgos (es decir, escenarios de falla);
- Análisis detallado de las medidas de soporte adecuadas;
- Determinación de la secuencia constructiva (es decir, etapas de excavación en dirección transversal y longitudinal y la instalación por etapas de los soportes de primera fase), y
- Descripción de las técnicas de instalación de los soportes de primera fase que deben adoptarse.

18.4.3 Revestimiento definitivo del túnel

18.4.3.1 General

Los revestimientos definitivos del túnel deberán consistir en cualquiera de los siguientes dos:

- Hormigón armado colado in situ, o
- Anillos de dovelas en hormigón armado prefabricado.

Los revestimientos definitivos del túnel deberán ser diseñados y construidos de manera que garanticen que cualquier movimiento y deformaciones que pueden resultar de las condiciones de carga más desfavorables posibles, no podrán superar (en cualquier caso) límites más allá de los cuales estas estructuras pierden su capacidad estructural y su integridad, ya sea durante la construcción o durante su vida útil de diseño prescrita.

Los revestimientos definitivos del túnel deberán ser diseñados de acuerdo con las disposiciones de este documento y de acuerdo a los códigos y normas antes mencionadas.

Los revestimientos definitivos del túnel deberán ser diseñados de tal manera que todos los movimientos de las estructuras y de los servicios públicos dentro de la zona de influencia no excedan los valores límite.

Los revestimientos de primera fase del túnel no deberán ser considerados en el diseño del revestimiento final del túnel.

El diseño de los revestimientos finales del túnel no deberá permitir ningún alivio a largo plazo y/o efecto relacionado con los efectos a arco del suelo (es decir que se deberá tener en cuenta la presión de la cobertura total en el diseño).

La distribución de las presiones laterales del terreno en los revestimientos definitivos del túnel, deberá tener en cuenta el método constructivo, la relativa rigidez del revestimiento y la interacción del revestimiento con el suelo. Más específicamente, los revestimientos definitivos



del túnel deberán estar diseñados para resistir la presión de tierra en reposo (condiciones K0), a menos que pueda demostrarse y justificarse plenamente a la Supervisión de Obras que estas presiones no se producirán a largo plazo después de un alivio de las tensiones causada por la excavación.

El diseño de los revestimientos definitivos del túnel deberá considerar las presiones hidrostáticas totales del nivel freático, con la consideración de los máximos niveles de los niveles freáticos a largo - plazo (a nivel freático de diseño).

Los revestimientos definitivos del túnel deberán estar diseñados para resistir la presión de la lechada de inyección.

El diseño de los revestimientos definitivos del túnel deberá cumplir con los requisitos de seguridad de los Códigos y Normas antes mencionados en cuanto a los factores parciales aplicables y enfoques de diseño.

En particular, para la seguridad contra incendios, el diseño de los revestimientos definitivos del túnel deberá cumplir con los códigos y normas antes mencionadas.

Para el análisis sísmico de los revestimientos definitivo del túnel, éste deberá cumplir con las disposiciones pertinentes de los Códigos y Normas antes mencionadas.

El hormigón previsto para uso en los túneles deberá cumplir con las especificaciones de la Norma Peruana: "Reglamento Nacional de Edificaciones" (con el estándar más conservador que prevalece en caso de conflicto) y:

- Para las estructuras de hormigón coladas en obra la clase mínima de diseño del hormigón será $f'c = 30\text{MPa}$ y el refuerzo consistirá en barras de alta ductilidad categoría mínima B500C).
- Para el revestimiento definitivo de anillos de dovelas prefabricado de los túneles, la clase mínima de diseño del hormigón será $f'c = 40\text{MPa}$ y el refuerzo consistirá en barras
- Para las juntas del revestimiento definitivo del túnel se deberán mostrar en los planos de construcción y deberán estar dispuestos de manera que no se cree ningún problema en la continuación normal de la construcción, en la integridad estructural de la estructura final, en su adecuación de impermeabilización y en su operación durante la vida útil de las Obras.
- La separación de las juntas deberá tener en cuenta los cambios frecuentes y bruscos en la litología de geomaterial.

Las dovelas que forman parte del revestimiento deberán ser diseñadas no sólo para soportar las presiones del terreno y del agua subterránea, sino también para soportar todas las fuerzas que se crean durante la manipulación, transporte, almacenamiento, apilamiento y de erección con cierta tolerancia para el impacto. Además las dovelas deberán estar diseñadas para resistir todas las fuerzas que puedan ser aplicadas por los equipos empleados para dichas acciones.

Para las dovelas del revestimiento definitivo, el diseño deberá tener en cuenta las tensiones de contacto en las juntas y en la curvatura causada por la excentricidad de cargas en las juntas. Las tensiones impuestas sobre el concreto deberán ser absorbidas por el refuerzo especialmente colocado en el área de la cara del segmento (zona donde la presión es ejercida por los gatos hidráulicos de empuje de la TBM);

El diseño de la estructura y la interacción entre los miembros estructurales deberá ser tal que garantizar una estructura robusta y estable. Se deberán lograr juntas adecuadas entre elementos prefabricados y las estructuras coladas en situ mediante el uso de refuerzo apropiado y/o uniones especiales con el fin de garantizar su estabilidad y estanqueidad, incluso



sea cuando sometida a tensiones accidentales (como un impacto excesivo, incendio, etc) y posibles presiones diferenciales de los soportes.

No estará permitido un agrietamiento del hormigón continuo de extremo a extremo. El Concesionario deberá documentar y justificar los requisitos mínimos de refuerzo, con sujeción a la aprobación de la Supervisión de Obras.

Dependiendo de la agresividad del suelo y del agua subterránea, la cual deberá ser identificada después un muestreo y pruebas apropiadas, todas las medidas necesarias se deberán adoptar, de conformidad con la vida de diseño general de las Obras y determinado razonablemente por el Concesionario, a fin de garantizar una reducida permeabilidad y un aumento de la resistencia del revestimiento final. Estas medidas se deberán presentar a las Supervisión de Obras para su aprobación e incluyen (a modo indicativo, pero no limitados a) la mezcla especial de hormigón (cementos especiales, aditivos, etc), las medidas de construcción (mayor recubrimiento de hormigón, refuerzo adicional en la superficie, el curado, etc), diseño especial (limitación de la fisuración, etc), enlucido de la superficie exterior del revestimiento, mediante el uso de materiales resistentes especiales, refuerzo especial, juntas resistentes de impermeabilización especiales (para las dovelas) o juntas de impermeabilización (para revestimiento fundido en obra).

En todas las áreas de las Obras, para la que existe una disposición para pasajes transversales y la conexión del túnel en TBM a los pozos, interrupción de las instalaciones E/M, etc; se deberán cortar las partes específicas de los segmentos prefabricados del túnel principal. Estos artículos necesitan diseños especiales y detallados con el fin de otorgar la seguridad y la estabilidad de la excavación.

El diseño del revestimiento definitivo del túnel deberá cumplir con los requisitos de impermeabilización.

Se deberá presentar un adecuado detalle constructivo de las juntas (incluyendo los conceptos de durabilidad y conceptos para la inspección y reparación de filtraciones en las juntas) a la Supervisión de Obras de para su aprobación.

Se deberán prever juntas en todas las conexiones entre las estructuras, donde se presuponga puedan reaccionar de diferentes maneras.

El diseño para el revestimiento definitivo en hormigón colado en obra deberá prever juntas de construcción. Estas juntas se deberán mostrar en los planos de construcción.

Se deberán adoptar métodos y criterios apropiados de diseño para las diferentes secciones a lo largo del túnel, dependiendo del tipo de geomateriales existentes que lo rodean, y se deberán presentar a la Supervisión de Obras para su aprobación. Los criterios que se deberán utilizar para la división en las secciones anteriores deberán ser compatibles con los métodos seleccionados para la identificación y caracterización de los geomateriales circundantes.

Las secciones características del túnel utilizadas en el cálculo deberán incluir, pero no limitarse a, los siguientes casos:

- La sección de mayor cobertura;
- La sección con la cobertura más superficial;
- Sección con el nivel freático más alto (esperado);
- Sección con el nivel freático más bajo (esperado);
- La sección con la mayor carga que actúa sobre la superficie del suelo;
- La sección con posible superficie del suelo no horizontal;



- La sección en la que existen túneles adyacentes presentes o futuros;
- La sección que incluye la existencia de posibles trabajos futuros (excepto de túneles), y
- La sección con las condiciones de suelo, condiciones mixtas de terreno (suelos y rocas) o las condiciones de hinchazón del terreno.
- Las secciones con cualquier cambio en geometría o geología.

En cuanto a los niveles de agua subterránea, los cálculos del Concesionario deberán basarse en el peor caso probable que pueda ocurrir en la vida de diseño de las Obras, ya que éste se deberá calcular sobre la base de los datos hidrogeológicos apropiadamente evaluados (incluyendo predicciones acerca de las fluctuaciones del agua subterránea durante la vida útil de las obras). Se deberá considerar en los cálculos cualquier posible efecto de la presencia de la estructura sobre el flujo de agua subterránea.

En caso necesario, se deberá indicar en los planos correspondientes una secuencia de construcción adecuada contra la flotación durante todas las etapas de construcción.

El factor de seguridad de los túneles al levantamiento se determinará sobre la base del apartado 10.2 del EN1997-1.

18.4.3.2 Diseño

El diseño del revestimiento definitivo del túnel deberá incluir, pero no limitarse a, un informe de diseño, los cálculos, los documentos relacionados con verificaciones adicionales o anexos de los cálculos, los planos de construcción y cualquier otro material de apoyo necesario para la mejor justificación del diseño.

18.4.4 Estabilidad del Frente de excavación

18.4.4.1 General

La evaluación de la presión frente-soporte necesaria a fin de reducir a un nivel aceptable el efecto de la excavación del túnel, en términos de asentamientos y desplazamiento, es un proceso complejo que debe ser considerado desde diferentes puntos de vista.

Cuando se utilizan las tuneladoras, la evaluación de la presión frente-soporte es un componente crítico sea en el diseño o durante las fases de construcción. Sin embargo, no se encuentran disponibles recomendaciones específicas o normas técnicas que sirvan como una orientación común para el diseño. En la práctica actual a menudo se adoptan diferentes enfoques, tanto para evaluar la condición de estabilidad del frente como para identificar la requerida presión frente-soporte.

Se requiere la estimación del valor de diseño de la presión del frente para lograr las condiciones de estabilidad necesarias para garantizar el avance del escudo y con el fin de satisfacer otras necesidades prioritarias durante la excavación en un entorno urbano, incluyendo:

- Control del asentamiento en superficie y, en general, la preservación de las estructuras existentes
- Conservación del equilibrio hidro-geológico.

Por lo tanto, la definición de los valores de diseño a especificarse requiere la aplicación y comparación de distintos métodos analíticos para la apreciación del orden de magnitud de dichos parámetros.



La excavación del túnel deberá realizarse con contrapresión del frente para lograr las condiciones de estabilidad necesarias para garantizar el avance del escudo y con el fin de satisfacer otras necesidades prioritarias durante la excavación en un entorno urbano. Las especificaciones para las modalidades de excavación a presión deberán ser oportunamente preparadas por el Concesionario y sometidas a aprobación del Concedente.

18.4.4.2 *Generalidades sobre la presión al frente de la TBM nueva de fábrica o equivalente a nueva.*

La estabilidad del frente es uno de los factores más importantes en la selección del método adecuado de excavación de un túnel. Esto es particularmente cierto para la excavación mecanizada de túneles y para las tuneladoras específicas (TBM), como por ejemplo la máquina de tipo a presión de terreno (más conocidos con sus iniciales inglesas Earth Pressure Balanced Shield, EPBS) y del tipo a escudo protector con lechada (Slurry Shield), que han sido desarrolladas las últimas décadas para la gestión de la inestabilidad del perfil de excavación bajo condiciones geotécnicas e hidrogeológicas desfavorables, con limitaciones externas desafiantes.

Como consecuencia lógica, la evaluación de la presión estabilizante del frente es un nodo crítico tanto para el diseño como para la fase de construcción. A pesar de la importancia del sujeto, no se encuentran disponibles recomendaciones específicas o normas técnicas que sirvan como una orientación común para el diseño, y en la práctica actual a menudo se adoptan diferentes enfoques, tanto para evaluar la condición de estabilidad del frente como para identificar la requerida presión frente-soporte.

18.4.4.3 *Descripción de la presión de frente necesaria para EPB-TBM*

Cuando la excavación es llevada a cabo en suelos no estables, existe una pérdida de estabilidad en el frente del terreno que se contrarresta creando una presión de soporte. Con las tuneladoras "Earth Pressure Balance Shields" el suelo cohesivo extraído por el escudo sirve de soporte para el frente del túnel, contrario a otros escudos que dependen de un medio de soporte secundario. Una pared estanca (el bulk head) separa el túnel de la parte anterior del escudo donde actúa la cabeza de corte, creando la llamada "cámara de excavación". El suelo se afloja mediante los cortadores en la cabeza de corte, cae a través de las aberturas de la cabeza de corte en la cámara de excavación y se mezcla con el suelo plástico ya presente. La penetración no controlada del terreno del frente del túnel en la cámara de excavación se impide porque la fuerza de los cilindros de empuje se transmite desde la pared estanca (el bulk head) hacia el terreno. Se alcanza un estado de equilibrio cuando el suelo en la cámara de excavación no se puede compactar más solo debido al terreno y a la presión de agua.

En consecuencia, al excavar formaciones de suelos granulares y cohesivos, las tuneladoras "Earth Pressure Balance Shields" darán al suelo de soporte presente en la cámara, una presión suficiente para contrarrestar la eventual inestabilidad de la cuña de terreno que la cabeza de corte enfrenta según la "Teoría Silo" de Terzaghi re-elaborado y desarrollado posteriormente por Kovari y Anagnostou. Haciendo referencia a sus obras, es evidente que, en caso de terreno autoportante, sólo la presión del agua debe ser contrarrestada por la pared estanca.

18.4.4.4 *Métodos para la evaluación de la presión del frente*

Para alcanzar una correcta evaluación de la presión del frente, se deben realizar algunas consideraciones geotécnicas como una estimación preliminar del valor de presión, hipotetizando un mecanismo de rotura definido.

Distintos métodos fueron estudiados con el fin de evaluar dicho mecanismo de rotura dependiendo de los escenarios de deformación del frente del túnel que se consideren.



En particular, la bibliografía se refiere a los dos métodos más adoptados que también están implementados en el presente trabajo y comparados con los métodos basados en el equilibrio límite:

- Método (COB): Presión basado en el método COB (recomendaciones del Dutch Centre Underground Bowen) :que recomienda valores de la presión del frente ligeramente por encima de la presión activa (incremento de 20kPa)
- Método de Caquot-Kerisel (1994 & 1996): Solución para escudo EPB integrada por Carranza-Torres: Presión basado en el método Caquot con distintos valores de factores de seguridad.
- Método de Anagnostu & Kovari (1994 & 1996). Solución para escudo EPB

18.4.5 Predicción de los asentamientos debido a la excavación de túneles

18.4.5.1 General

Estas especificaciones incluyen los requisitos mínimos para la evaluación del grado de riesgo en relación al daño de los edificios y estructuras causado por la excavación de túneles.

Para la estimación de la deformación del suelo debido a la excavación en TBM y a otras construcciones generalmente se siguen los siguientes pasos:

- a. Predicción de los asentamientos en condiciones inalteradas y la definición de la zona de influencia.
- b. La estimación de la vulnerabilidad específica y el riesgo relativo de las construcciones existentes y otras construcciones, fuera de la zona de influencia (Diseño de la vulnerabilidad específica y el riesgo relativo de edificios y construcciones).
- c. Proyecto e instalación de monitoreo geotécnico-estructural, para un mejor control de los edificios/construcciones que podrían verse afectados, lo que garantiza el monitoreo de los asentamientos totales y diferenciales, deformaciones angulares, desviaciones de las deformaciones verticales, horizontales, etc.

18.4.5.2 Definiciones

Se definen:

- Zona de influencia de la excavación de un túnel: el volumen de material influenciado por las operaciones de excavación de túneles. Todos los edificios u otras estructuras localizadas dentro de esta zona deberán ser sujetas a las provisiones en estas especificaciones, en relación a la evaluación del riesgo de daño.
- La deformación de tracción (ϵ) en una estructura es la tensión de tracción media, definida como la tensión media en una longitud de referencia de un metro
- La deformación crítica de tracción (ϵ_{crit}) es la tensión por tracción que causa grietas visibles en la mampostería y en las obras de bloque.
- La pérdida de volumen (o pérdida del terreno - GL) es la relación entre el volumen (ΔV) de geomaterial excavado en exceso del volumen teórico del túnel dividido por el volumen teórico del túnel (V_0).

18.4.5.3 Análisis a ser realizados



Con el fin de obtener una representación correcta de la categoría de los daños evaluados en los edificios preexistentes, se deberán realizar análisis en secciones representativas. Para cada análisis se han de calcular los siguientes parámetros:

- Asentamiento del terreno S_{max} ;
- Deformación angular β_{max} ;
- Deformación horizontal ϵ_{h-max} .

Estos parámetros y la posición de los edificios con referencia a la alineación permiten definir la posible categoría de daños del edificio. La comparación entre los parámetros calculados y los valores límite también permite definir las medidas necesarias a ser puestas en práctica. En la práctica, el procedimiento se desarrollará a través de los siguientes pasos:

- Cálculo de los asentamientos superficiales;
- Identificación de los edificios de interés especial, de la que se realizarán un análisis individual;
- Cuando existan muchos edificios implicados se deberán analizar algunas secciones representativas, los criterios de análisis son: cobertura mínima, tipo de mampostería del edificio, ubicación del edificio con respecto a la curva de subsidencia, la relación $L / H = 1$. Los análisis se realizan mediante la variación de geometría, el material y la posición de los edificios. Por otra parte, los análisis se deberán repetir con un "escenario crítico", incluyendo los parámetros pertinentes para verificar si la categoría de daño es mayor a 2;
- En caso de daños de categoría 2 o 3, se deberá instalar un sistema específico de monitoreo;
- En el caso de "escenario crítico", donde el daño es superior a la categoría 3, se llevará a cabo un análisis individual para cada edificio. Si tal categoría de daño se confirma, el edificio deberá ser evacuado para el paso de la tuneladora y durante la excavación del túnel con método convencional NATM o; se deberán realizar medidas de seguridad (grouting o consolidación estructural) antes de la ejecución de la nueva construcción.

18.4.5.4 Servicios subterráneos

El término "servicios subterráneos" incluye las redes de servicios, tales como agua potable, alcantarillado, energía (gas, electricidad, petróleo, etc) y las infraestructuras subterráneas de transporte públicas o privadas. Se trata de distintas estructuras en tamaño, diseño y profundidad. Sin embargo, estas estructuras se caracterizan por su gran longitud en relación a su tamaño transversal, que es aproximadamente circular.

Servicios públicos de gran diámetro (> 2 m) son menos numerosos, lo que justifica la realización de estudios caso por caso con el uso de sofisticadas técnicas de modelización para evaluar el impacto de las obras subterráneas adyacentes. Esto a su vez puede conducir a una evaluación de la magnitud de los movimientos permitidos.

Un enfoque similar no puede ser utilizado para un gran número de red de servicios altamente sensibles. La sensibilidad de estas estructuras a movimientos del terreno depende ampliamente del material de su revestimiento (hormigón, hierro fundido, acero, hierro fundido dúctil, PVC, PE, etc) y las características de las juntas.

En comparación con los valores que se muestran en Tabla 19, los criterios de deformación por tracción, asociados respectivamente al "estado límite de servicio" y al "estado límite último" de la red de servicios son del orden de 0,03% y 0,1% para el hierro fundido y el hormigón de



revestimiento, 0,05% y 0,1% para el acero, 0,1% y 0,2% para el hierro fundido dúctil y 0,7% y 2,0% para los materiales plásticos. Los propietarios de las redes de servicio deberán ser consultados con respecto a los límites permitidos.

18.4.5.5 Edificios fundados sobre pilotes

Los edificios fundados sobre pilotes estarán sujetos a la evaluación del riesgo del Concesionario si se encuentran dentro de la zona de influencia de las Obras.

Para los edificios con cimentaciones de pilotes, la evaluación detallada del riesgo del Concesionario requerirá análisis numéricos incluyendo la interacción entre geomaterial-estructura-pilote de fundación. Se deberá requerir un análisis no lineal que incluya la fricción y la carga lateral de los pilotes debido a las deformaciones del suelo causadas por efecto de la excavación del túnel.

18.4.5.6 Metodología para Evaluar el Riesgo de daños a los edificios debido a la excavación de túneles

El Concesionario deberá aplicar la siguiente metodología para evaluar el riesgo de daño de los edificios debido a la excavación del túnel. La metodología incluye tres etapas consecutivas, como se describe a continuación:

- Etapas 1: Evaluación Preliminar de Riesgos

- a. Se deberá llevar a cabo una evaluación preliminar del riesgo antes del inicio del túnel.
- b. Se deberá determinar la zona de influencia de las Obras mediante el uso de la alineación del túnel y de las profundidades.
- c. Se deberá seleccionar el valor de la pérdida de terreno (GL) para cada sección del túnel, debido a la excavación del túnel y el método detallado de excavación del túnel.
- d. Se deberán determinar los contornos de los asentamientos de superficie (para condiciones inalteradas) sobre la parte de superficie de la zona de influencia.
- e. Usando las curvas de subsidencia anteriores, se deberán determinar el asentamiento diferencial (ΔS) e inclinación ($\Delta S/L$), para cada edificio dentro de la zona de influencia de las Obras.
- f. Se deberán evaluar los valores límites preliminares del asentamiento diferencial (Δ) y pendiente (Δ/L) para cada edificio en función del tipo de estructura, la edad, la condición estructural, ancho de la luz libre, etc. Como una indicación, para edificios de hormigón armado de buena calidad, y tamaño promedio, el asentamiento diferencial límite puede ser de aproximadamente 10 mm y la pendiente límite de 1/500. Las indicaciones anteriores de asentamientos límite se aplican a construcciones comunes. No se deben aplicar a estructuras inusuales o edificios, incluyendo edificios de gran altura o aquellos para los que la intensidad de carga sea altamente no uniforme.
- g. Edificios con asentamientos (ΔS) e inclinación ($\Delta S/L$) menor a los valores límite mencionados anteriormente se puede suponer que tienen un riesgo insignificante de daños y excluidos de las siguientes etapas de evaluación de riesgos. Todas las demás edificaciones dentro de la zona de influencia de las obras podrá ser sometido a las siguientes etapas de la evaluación de riesgos.



- h. Todas las demás edificaciones dentro de la zona de influencia de las Obras deberá ser sometido a las siguientes etapas de la evaluación de riesgos.
- i. Las siguientes dos etapas de la evaluación del riesgo también se deberá realizar para todos los edificios muy sensibles e importantes (incluidos los edificios de gran altura) dentro de la zona de influencia de las obras, independientemente de los resultados de la evaluación del riesgo en la fase 1.

- Etapa 2: Evaluación de Riesgos Segunda Etapa

- a. Esta etapa de evaluación de riesgos se deberá realizar antes del inicio de la excavación del túnel.
- b. Se deberá incluir todos los edificios dentro de la zona de influencia de las obras que superen los valores límite de los asentamientos diferenciales (ΔS) o de inclinación ($\Delta S / L$) de la etapa 1 de evaluación, así como todos los edificios muy sensibles e importantes dentro de la zona de influencia de la Obras.
- c. La evaluación de riesgo de la segunda etapa se deberá basar en las tensiones máximas y la comparación con los límites correspondientes para cada categoría de daño en la Tabla 19.
- d. Específicamente, la evaluación de riesgos de la segunda etapa se basará en cualquiera de los siguientes:
 - La fachada de un edificio está representado por una viga simple cuyos fundamentos siguen desplazamientos en condiciones inalteradas causados por la excavación del túnel. Estos desplazamientos se calculan a partir de la zona de subsidencia, como se describió anteriormente, o
 - Los esfuerzos de tensión máxima se calcularán utilizando la metodología presente en bibliografía. El enfoque de Potts y Addenbrooke (1997) también puede ser incluido en esta etapa, para tomar en cuenta la rigidez estructural con más detalle. Ref: "A structure's influence on tunnelling-induced ground movements", de D M Potts y T I Addenbrooke, Proceedings of the ICE - Geotechnical Supervision de Obrasing, Volume 125, Issue 2, April 1997, páginas 109 - 125.
 - Para cada edificio objeto de evaluación, usando las tensiones máximas calculadas, se deberá asignar una categoría de los daños adecuada para cada edificio.
 - El Concesionario deberá hacer su propia evaluación de la clasificación de los daños para todos los edificios, derivando todas las figuras necesarias, de forma similar , teniendo en cuenta las características geométricas y el tipo estructural de los edificios

- Etapa 3: Estimación detallada de la Evaluación de Riesgos

- a. Esta etapa de la evaluación del riesgo se deberá realizar sólo para los edificios clasificados como "Categoría de Daños" 3, 4 ó 5 así como durante la etapa 2 de evaluación de riesgo, para todos los edificios muy sensibles y muy importantes dentro de la zona de influencia de las Obras.
- b. Cada edificio tiene que ser considerado por si mismo y requiere un estudio estructural detallado. Este estudio tendrá en cuenta:
 - Las condiciones geotécnicas del subsuelo, el perfil, las condiciones de las aguas subterráneas;



- La rigidez de la construcción (madera, mampostería o edificios enmarcados);
 - El tipo de cimentación, y
 - La sensibilidad y la utilización del edificio.
- c. Después de las indagaciones estructurales, cada edificio se deberá analizar considerando la secuencia de excavación del túnel, aspectos tridimensionales, detalles específicos de construcción y la interacción geomaterial / estructura.
- d. Para los edificios que quedan en la categoría de daño 3 o mayor, el Concesionario deberá realizar diseños especiales, como se describe a continuación.
- e. Típicamente, estos diseños se deberán realizar utilizando análisis numéricos para incluir la interacción geomaterial-estructura y los efectos no lineales del geomaterial debido a las deformaciones del suelo causadas por el efecto de la excavación del túnel.
- f. Estos diseños deberán incluir el mejoramiento del terreno y/o refuerzo de los cimientos de los edificios. El objetivo de los diseños será reducir la categoría de daño del edificio a un valor de 2 o inferior.
- g. El Concesionario deberá realizar los diseños anteriormente indicados y los deberá presentar a la Supervisión de Obras para su aprobación.
- h. Para edificios construidos sobre pilotes que requieren la etapa 3 de la evaluación de riesgos, la evaluación detallada se deberá llevar a cabo mediante un análisis numérico para incluir la interacción geomaterial - estructura – pilote de fundación. Típicamente, los análisis no lineales se deberán realizar incluyendo la fricción y la carga lateral de los pilotes debido a las deformaciones del suelo causadas por efecto de la excavación del túnel. El Concesionario deberá realizar los diseños anteriormente indicados y los presentará a la Supervisión de Obras para su aprobación.
- i. Independientemente de los resultados de la etapa 3 de análisis, los edificios inicialmente clasificados en la categoría de daño de nivel 2 o superior deberán estar monitoreados con la instrumentación instalada antes de la excavación.
- j. Los detalles de instrumentación para todos los edificios que en su etapa 3 de evaluación de riesgo tengan una categoría de daño 3 o superior deberán ser presentados en el diseño de mejora/refuerzo que será preparado por el Concesionario.

18.5 Diseño de las obras externas

18.5.1 General

- Se deberá utilizar el método de carga límite para el diseño de todas las estructuras.
- El método de diseño para el análisis de las estructuras deberá tener en cuenta la interacción entre las cimentaciones y el suelo.
- Los parámetros geotécnicos de diseño adoptados y el método de análisis de las estructuras deberán estar sujetos a la autorización de la Supervisión de Obras antes del comienzo del diseño.
- La vida útil de diseño requerida se deberá obtener mediante la utilización de materiales duraderos, protección contra la corrosión, resistencia o evitando el desgaste etc. Todas



las obras deberán estar diseñadas para alcanzar la vida mínima de diseño con un mantenimiento mínimo o nulo.

- Si el Concesionario propone alguno de sus propios métodos, materiales o componentes para utilizarse, el Concesionario será responsable de demostrar su aptitud para el uso a plena satisfacción de la Supervisión de Obras.
- Instrumentación y monitoreo para demostrar el desempeño de las estructuras instaladas.
- El diseño de las estructuras deberá ser plenamente compatible con el método constructivo propuesto por el Concesionario.
- Todas las cargas posibles deberán ser consideradas en el diseño teniendo en cuenta las metodologías de aplicación definidas de acuerdo con los códigos y las normas antes mencionados.

18.5.2 Cargas

18.5.2.1 Cargas muertas

El peso unitario para las cargas muertas serán considerados por la adopción de:

- Los pesos unitarios de los materiales proporcionados por Códigos y Normas antes mencionados;
- Indicaciones en los planos de arquitectura para la definición de materiales y detalles arquitectónicos.

La carga muerta comprenderá el peso de todas las paredes, tabiques, suelos y techos, y se incluirán los pesos de todas las otras construcciones permanentes en el edificio. Cualquier techo falso se considerará como carga impuesta.

18.5.2.2 Cargas impuestas

El término "carga impuesta" se utiliza para abarcar no sólo la contribución física debido a las personas, sino también debido a la naturaleza de la ocupación, el mobiliario y otros equipos que son una parte del carácter de la estructura. La carga de viento, carga sísmica, carga de nieve y otras cargas debido a los cambios de temperatura, fluencia, retracción, asentamientos diferenciales, etc serán tratadas por separado.

Para la clasificación de los edificios en base a su ocupación se hará referencia a la normativa correspondiente.

Teniendo en cuenta el carácter particular del área, se asume que no habrá ningún cambio en la clase de uso y ocupación de los edificios.

Se asume que a cada techo se tendrá acceso sólo para fines de mantenimiento.

El impacto de la grúa de carga, si es necesario, se tratará como una carga especial teniendo en cuenta una combinación de los valores característicos de la velocidad a la que la masa considerada puede afectar al elemento estructural y la masa estimada de impacto.

18.5.2.3 Cargas Móviles - Puente grúa

La estructura tiene como propósito también el de soportar las cargas de los puentes grúas que sirven para desplazar material en los talleres. Las columnas deben tener una ménsula para recibir al puente grúa, y la estructura entera deberá ser dimensionada para las cargas móviles generadas por los puentes grúas.



Las características mínimas del puente grúa son:

- capacidad de carga $\geq 12\text{Ton}$

18.5.2.4 Cargas de viento

Para la carga de viento es obligatorio hacer referencia a los Códigos y Normas antes mencionadas.

Los coeficientes de presión del viento se evaluarán para cada edificio por separado. Los valores se mostrarán en el informe específico.

18.5.2.5 Carga Sísmica

El comportamiento estructural de edificios de hormigón armado será elegido mediante los códigos y normas antes mencionados. Para el cálculo sísmico, se considerará una reducción en la carga impuesta con excepción de las cargas concentradas de equipo. Cada planta se considerará como infinitamente rígida.

18.5.2.6 Cargas especiales

Cargas por Temperatura

Presiones hidrostáticas y del terreno

Fatiga

Cargas accidentales

- Impacto y colisión debido a:
 - o Vehículos
 - o Caída de objetos de las grúas
- Fuego

Otras cargas

18.5.3 Combinación de cargas

Durante el diseño de las obras externas se definirán las combinaciones de carga de acuerdo a los Códigos y Normas antes mencionadas y se desarrollarán las verificaciones tanto a los Estados límite de servicio, como a los estados límite últimos. Los coeficientes parciales de seguridad de los materiales deberán cumplir con los códigos y normas antes mencionadas.

18.6 Diseño de las instalaciones

El diseño de los sistemas, de acuerdo con las diversas profundizaciones proyectuales, será realizado en consideración de las características de la obra en cuestión, el diseño de las instalaciones se complementarán con una serie de informes y estudios especializados, que no estén especificados por las normativas anteriores, pero que se consideran de fundamental importancia para una correcta proyección de los diseños de la línea de metro.

A continuación se muestra una lista de temas que requieren estudios especializados para llevar a cabo con prioridad o simultáneamente con el diseño de las instalaciones.

- 1) Estudio termofluidodinámico de la línea y de las estaciones en las condiciones de funcionamiento normal y en caso de emergencia a causa de incendio. El objetivo del estudio es simular el comportamiento termofluidodinámico de la línea y de las



estaciones durante el funcionamiento normal y en caso de emergencia de incendio. Los resultados de los estudios, relacionado con las condiciones de emergencia de los estudios de evacuación de las estaciones y los coches, serán utilizados para el dimensionamiento de los sistemas de ventilación de las estaciones, del túnel y de las instalaciones que sirven de barrera a los humos. También será efectuada la evaluación del avance del gradiente térmico resultante de la apertura de la línea, para 20 años de ejercicio.

- 2) Estudio de las vibraciones inducidas por el paso de los convoyes y las evaluaciones de impacto acústico del sistema en su conjunto, dentro y fuera de la línea. El objetivo del estudio es verificar el cumplimiento de la normativa vigente, soportando el correcto dimensionamiento de los elementos y de los sistemas adoptados para contener las vibraciones y el ruido.
- 3) Análisis del riesgo de incendio. Objetivo del estudio es obtener un modelo lo suficientemente realista de la carga de fuego en las diversas zonas de la estación y de la línea, evaluando de esta manera el nivel de riesgo asociado y la eficacia de los sistemas de protección esperada o previsible.
- 4) Informe sobre la seguridad del sistema de transporte con gestión automatizada.
- 5) Planes de evacuación de emergencia de la estación y de la línea.
- 6) Estudio de las distorsiones armónicas inducidas en la red de alimentación de media tensión.
- 7) Evaluación de tráfico intercambiado en el sistema (datos, voz, imagen) y la identificación de posibles soluciones para reducir las conexiones cableadas.



19 CRITERIOS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

19.1 Túneles

En lo que respecta a los túneles de línea se tendrá que hacer uso de tecnologías y métodos de construcción que garanticen, en condiciones geológicas, hidráulicas y antrópicas muy complejas, el más alto nivel de seguridad en la ejecución de las obras que se llevarán a cabo principalmente en túnel y en el control de los asentamientos inducidos en la superficie.

Por estas razones, la solución más adecuada y de alto rendimiento es la de excavación mecanizada mediante el uso de máquinas tuneladoras con escudos cerrados, en capacidad de equilibrar las presiones en el frente de excavación del túnel y, por lo tanto, garantizar las condiciones necesarias para la estabilidad del túnel en fase de avance de la excavación. El uso de este tipo de máquinas es también el estado de arte de la técnica en la excavación de túneles de metro en suelos con propiedades pobres, y se confirma mediante una siempre más alta difusión con éxito en todo el mundo.

19.1.1 Túnel realizado con excavación mecanizada (TBM)

El sistema de excavación presurizado asegura, además de la estabilidad del frente también la impermeabilidad de la excavación, mientras que la técnica de inyecciones de detención realizado inmediatamente después de la colocación del anillo de revestimiento prefabricado contrarresta la relajación del suelo a su alrededor. Bajo este punto de vista se considera óptima, la adopción del hormigón extruido como material de inyección en consideración de la satisfactoria estabilidad volumétrica de la misma.

El revestimiento prefabricado de hormigón armado estará dimensionado sobre la base de las evaluaciones de resistencia estructural y durabilidad, mientras que la subdivisión en dovelas se especificará de acuerdo a la forma adoptada para la instalación automatizada de la misma, teniendo en cuenta, entre otras cosas, la necesidad de seguir, con o sin la inclusión de piezas especiales, la variabilidad planimétrica y altimétrica del trazado.

Conectores y barras de guía pueden ser utilizados para el correcto posicionamiento de los segmentos individuales y, posiblemente, para el apoyo temporal de la misma antes de la realización del anillo, así como transmitir las fuerzas de sujeción ejercidas mediante gatos.

Se recuerda que la estanqueidad del revestimiento prefabricado se logra a través de anillos de neopreno que rodean las dovelas a lo largo de su perímetro y que deben ser comprimidas en dirección tanto circunferencial como longitudinal.

La compresión circunferencial es una consecuencia directa de la acción de las cargas externas (de la presión ejercida por el material de obstrucción), así como de cualquier endurecimiento transversal, mientras que la compresión longitudinal se ejerce por los gatos en la fase de impulso. En este sistema de sellado se añade la contribución del espesor anular del material de colmatamiento.

19.1.2 Elección de la tecnología de excavación

Será responsabilidad del Concesionario la elección de la tecnología y la máquina de excavación en relación con las condiciones específicas del suelo de Lima y Callao. La elección se llevará a cabo en el ámbito de la TBM (Tunnel Boring Machine) que utilizan el sistema de balanceamiento del frente mediante contrapresión de lodo (SS), o de tierra (EPBs)) para asegurar el avance en todas las condiciones del terreno y en presencia de agua, sin



comprometer la estabilidad del frente de excavación y manteniendo los asentamientos de la superficie dentro de los límites requeridos.

- TBM tipo EPB-Shield: tuneladora escudada del tipo "a soporte del frente mediante presión balanceada del terreno", es decir con cámara de excavación mantenida en presión mediante el mismo material de excavación
- TBM tipo Escudo de presión a lodo Slurry Shield (SS) o Hidroescudos HS: tuneladora escudada de tipo a soporte del frente con soporte fluido del frente de excavación a contrapresión de lodo.

Cabe precisar que las máquinas tuneladoras TBM deben ser nuevas de fábrica o equivalentes a nuevas.

Ya en el ámbito de la propuesta técnica de la licitación del Postor, la definición de la logística y del patio de obras de la excavación mecanizada, se deberá poner especial atención a puntos tales como:

- Los puntos de origen y llegada de las tuneladoras,
- Métodos de cruce de las estaciones ,
- Las áreas de interés para la prefabricación y almacenamiento de las dovelas,
- Las áreas de movimiento del material de excavación y la alimentación de la excavación

Además de estos aspectos, se deberán llevar a cabo ya en la fase de la propuesta técnica de la licitación, los estudios específicos y cálculos de sensibilidad para la evaluación de la subsidencia en superficie, y la evaluación de los efectos inducidos sobre los edificios adyacentes (o, más en general, de todas las obras pre-existentes), también teniendo en cuenta el grado de vulnerabilidad que manifiesten.

19.1.3 Gestión de la construcción del túnel con tuneladora

En cada proyecto de túnel siempre queda un riesgo residual que requiere un enfoque metodológico para la gestión y repartición del riesgo durante la fase de construcción de la obra.

Dicha metodología deberá garantizar una visión unificada del diseño y la construcción del túnel basado en el método de observación.

En particular en la Etapa de Estudio Definitivo y especialmente durante el avance de la obra, será necesario utilizar una estructura organizacional capaz de hacer frente adecuadamente a los riesgos, utilizando técnicas de gestión de riesgos.

A continuación se definen los instrumentos fundamentales del enfoque metodológico descrito anteriormente:

- El monitoreo durante la construcción, es decir el control sistemático de la obra a través de un plan de monitoreo de los principales parámetros que influyen en el comportamiento de la obra y del terreno circundante;
- El Plan de Avance del Túnel (PAT), es decir la producción de un documento de planificación para cada tramo del túnel, que permite "recalibrar" los parámetros de excavación de cada sección del túnel, sobre la base de lo sucedido realmente en el tramo anterior;
- Los procedimientos, es decir el desarrollo de un sistema integral de procedimientos que abarque todas las etapas de excavación, lo que permite avanzar de una manera controlada con suficiente oportunidad de "anticipación" de los problemas y la activación oportuna de



contramedidas predefinidas para gestionar el riesgo residual (por ejemplo, evacuación de edificios en riesgo, bloquear el tráfico a lo largo de los caminos afectados por las obras, etc.);

- El equipo de seguimiento de la excavación, es decir la creación de un equipo de trabajo compuesto por personal del Concesionario, del Ingeniero proyectista y de la Supervisión de Obras para la gestión del proceso completo. (Proyecto, Construcción, Monitoreo y Actualización relativos al Proyecto)

19.1.3.1 Monitoreo

La interferencia con las instalaciones y la infraestructura presentes en superficie requieren una particular y detallada operación de monitoreo, a fin de verificar las predicciones del proyecto y evidenciar a tiempo, las situaciones imprevisibles que podrían causar daño en los edificios y obras de ingeniería civil.

El monitoreo de todos los parámetros significativos (usando las herramientas apropiadas) permite el control de las correspondencias de diseño y la verificación de las predicciones tensión-deformación de las estructuras en el proyecto y de las estructuras existentes. A la superación de los límites establecidos de conformidad con las condiciones previstas, se asocian acciones y contramedidas adecuadas para garantizar la seguridad de los trabajadores y de las estructuras (existentes o en construcción).

El diseño del sistema de monitoreo debe incluir los siguientes elementos:

- a. Definición de los parámetros clave del monitoreo;
- b. Definición las secciones tipo de control y del tipo de instrumentación a ser puesto en obra, tanto para las estructuras que para los artefactos pre-existentes;
- c. Ubicación de las secciones tipo y de los artefactos a cuales aplicar los instrumentos
- d. Definición de la frecuencia de las lecturas; y;
- e. Definición de los valores (límites) de atención y alarma para las variables monitoreadas;

19.1.3.2 Plan de Avance del Túnel (PAT)

El PAT es un documento "vivo" que maneja un vínculo dinámico entre el diseño y la construcción, y es un elemento clave de la gestión y del control disponible para el "equipo de seguimiento" en el proceso de construcción del túnel. Utiliza los datos del último tramo de túnel excavados (por ejemplo, 150-200m) para definir, confirmar o cambiar los parámetros de diseño y de construcción de la excavación y de avance del siguiente tramo.

Se utiliza un enfoque multidisciplinario para identificar los riesgos y mitigar los riesgos residuales a través de la recopilación, análisis e interpretación de todos los datos adicionales relativos al tramo previamente excavado, las condiciones geológicas e hidrogeológicas locales, a la información sobre interferencias con estructuras subterráneas o superficiales, y al conocimiento del estado actualizado de los edificios en la superficie. Sobre estas bases, se obtiene la mejor predicción para el modelo de referencia global. Por lo tanto, si es necesario, se actualizará con respecto al Estudio de Ingeniería Básica, los requisitos en términos de los parámetros de funcionamiento de la máquina, las obras de consolidación/refuerzo, monitoreo adicional, valores de referencia, límites de atención y alarma de los parámetros clave monitoreados (herramientas) y los requisitos para las inspecciones visuales y estructurales de las estructuras existentes.



Al equipo de Construcción se le dará el PAT que se convierte en una guía dinámica para la excavación, utilizada para mejorar aún más los parámetros clave día a día en función del monitoreo en tiempo real y como un apoyo indispensable para la toma de decisiones.

El PAT deberá ser integrado por un sistema SIG para la gestión de las interferencias del proyecto en términos de diseño, el monitoreo y el análisis. El acceso a datos e información en tiempo real, que se gestionará de acuerdo con la Supervisión de Obra se podrá dar a los usuarios de todos los niveles.

19.1.3.3 Los procedimientos

Para garantizar un uso correcto de la máquina y, en general, para garantizar la gestión correcta de las técnicas de excavación, el personal de la obra deberá estar equipado con un paquete de procedimientos de operación detallados, cuyos argumentos principales son:

1. avance y soporte del frente de excavación (tanto desde el punto de vista de las medidas estándares para asegurar la velocidad del avance en condiciones normales, especialmente para la gestión de situaciones anormales o incluso de emergencia);
2. control de la presión, la densidad aparente, el volumen de material extraído;
3. relleno primario detrás de las dovelas (lechada longitudinal);
4. inyección secundaria radial (cuando sea necesario);
5. montaje del anillo de revestimiento con dovelas prefabricadas;
6. perforación de exploración en avance;
7. mantenimiento de la cabeza de excavación, especialmente con respecto a las operaciones en cámara hiperbárica.

Los procedimientos deberán también contener las instrucciones prácticas para las maniobras que el operador debe llevar a cabo para garantizar un uso correcto de la máquina, además de la definición del flujo de información, acciones y responsabilidades en caso de eventos anómalos para la activación de las contramedidas predeterminadas.

19.1.3.4 El equipo de seguimiento de la excavación con TBM.

Los trabajos deberán ser gestionados y controlados por un equipo formado por representantes del Concesionario, del Ingeniero proyectista y de la Supervisión de Obras, con la misión de garantizar el máximo nivel de seguridad acompañado por los más altos estándares de calidad.

19.1.4 Túnel subterráneo realizado con excavación con método "tradicional"

Con el método tradicional de excavación (entendiendo por tradicional el método de excavación con medios mecánicos, tales como excavadoras, martillo, taladro puntual) la necesidad de contener los asentamientos para la preservación de las estructuras existentes implica un papel decisivo para las intervenciones de consolidación previa, dirigida a la estabilidad del frente y de la excavación, por la forma de la excavación y la forma del revestimiento de primera fase.

19.1.4.1 Intervención de consolidación.

Las intervenciones de consolidación (jet-grouting, forepoling, inyecciones, paraguas en fibra de vidrio, congelación), además de realizar una función de soporte provisional y crear un efecto de pre confinamiento del frente de excavación (con la creación de un efecto a arco alrededor de la cavidad), aseguran la estanqueidad de la excavación, lo que garantiza la estabilidad del nivel freático durante toda la fase construcción.

Sólo para niveles freáticos muy bajos, por debajo del plano del centro del túnel, y en presencia de formaciones de características mecánicas consistentes será posible llevar a cabo el drenaje



de antemano (por ejemplo, a través de los desagües de eyector) para llevar a cabo la excavación en ausencia de agua.

El requisito de impermeabilidad requiere que el tratamiento del terreno se extienda a toda la sección constituyendo una envoltura impermeable circunscrita alrededor de la cavidad, completada con tabiques de taponamiento transversal dispuestos a una distancia apropiada.

La continuidad de estos tratamientos resultan esenciales para la eficacia de los mismos, ya sea en términos de preconfiamiento (Efecto arco), o en términos de permeabilidad, y particularmente se debe tener cuidado y precisión en este sentido, tanto en la fase de diseño como en la fase de realización.

19.1.4.2 Los métodos de excavación

Completadas las intervenciones de consolidación, la excavación debe hacerse mediante adecuadas herramientas montadas sobre adecuados equipos de dimensión y potencia proporcionada a las condiciones de uso, limitando, tanto como sea posible, el uso de sistemas de excavación a percusión o a vibración.

La sucesión de las fases de excavación, avance, destrozo y ampliación, debe ser coordinada con las fases de ejecución del revestimiento de primera fase y el colado del revestimiento final.

Especial precaución se deberá adoptar en la realización de cualquier excavación de ampliación o en las conexiones entre las galerías de diferentes tamaños o con diferentes tipologías de revestimiento (con doveles prefabricadas).

La excavación deberá ser prontamente protegida de la acción de deterioro de los agentes exógenos con la instalación inmediata del revestimiento de primera fase.

El frente de excavación será siempre de forma cóncava con el fin de contener los movimientos de extrusión del frente.

19.1.4.3 Revestimiento de primera fase

El revestimiento de primera fase será normalmente constituido por pernos, cerchas y reforzadas con hormigón lanzado con malla o fibra de refuerzo.

La superficie a la vista del conglomerado cementicio sobre la que se debe aplicar la impermeabilización deberá presentarse lisa, sin asperezas o hierros sobresalientes. La irregularidad marcada será emparejada por demolición localizada y/o por aplicación de hormigón u hormigón lanzado.

19.1.4.4 Revestimiento definitivo

El revestimiento definitivo estará dimensionado sobre la base de la evaluación de la resistencia estructural y durabilidad, deberá ser realizado a una distancia desde el frente de excavación que deberá ser especificada en el diseño. Se deberá poner particular atención a la realización de las juntas frías con el hormigonado, lo cual requiere una precedente preparación y limpieza de las superficies con las cuales los hormigonados estarán en contacto.

El hormigonado de la solera deberá llevarse a cabo a la distancia del frente especificada en el proyecto. Se deberá garantizar el completo contacto del revestimiento de primera fase con el revestimiento definitivo a través del uso, donde si sea necesario, de inyecciones de relleno.

El encofrado para la contención del hormigón del revestimiento definitivo deberá ser metálico, montado sobre coche portaforme, equipado con sistema hidráulico de manipulación. La superficie en contacto con el conglomerado deberá aparecer lisa y conforme con la geometría del proyecto y de modo que garantice al hormigón un acabado perfectamente regular.



19.1.4.5 Impermeabilización

Entre el revestimiento definitivo y el revestimiento de primera fase se deberá instalar en obra una impermeabilización que envuelva completamente el perímetro externo del revestimiento definitivo. La impermeabilización será del tipo con compartimientos y permitirá, en el área donde se debiera verificar infiltraciones de agua, volver a sellar con inyecciones de resinas localizadas.

19.1.5 Línea de túnel en secciones de línea artificiales en trincheras

La problemática y los requisitos de desempeño relacionados con los túneles artificiales realizados entre muros pantalla son similares a los descritos para la estación realizada entre muros de contención y se remite por tanto al párrafo correspondiente.

19.2 Estaciones

19.2.1 Sistema constructivo

Excepto en casos especiales relacionados con las limitaciones y la falta de espacio en la superficie, las estaciones se ejecutarán con el método de "Cut and Cover (C&C)", preferiblemente con la secuencia de arriba-abajo. Las excavaciones, que se realizan al amparo de la losa de cubierta, se llevarán a cabo mediante pantallas que tendrán funciones estáticas también a largo plazo. El sistema constructivo prevé básicamente una estructura perimetral de contención en hormigón armado, que tendrá función permanente como parte integrante de la estructura de la estación. Esta contención podrá realizarse mediante muros colados, pilotes armados; etc.

Las obras de contención de las excavaciones se realizarán de preferencia con muros colados y/o con pantalla de pilotes.

Cualquiera que sea la tecnología utilizada para el soporte de la excavación, deberá estar prevista la construcción de muros estructurales verticales (revestimientos internos) dimensionados para soportar las cargas definitivas y a largo plazo, incluyendo el empuje del terreno.

Independientemente del nivel freático, todas las estaciones deberán estar provistas de un sistema de impermeabilización total. Los distintos posibles sistemas de impermeabilización para las estaciones en caverna deberán ser previstos de acuerdo a lo definido en los Estudios Definitivos y aprobados por la Supervisión de Obras.

Sin perjuicio de los requisitos de durabilidad establecidos en los criterios de diseño mencionados en el párrafo 0, los mamparos continuos en diafragmas podrán ser considerados como obras permanentes y por lo tanto, colaboradores, en relación a su inercia, con las estructuras internas de revestimiento para soportar las cargas a largo plazo del suelo. Por el contrario, la carga hidrostática deberá ser totalmente absorbida por el revestimiento interno.

Este principio no es aplicable en el caso de la ejecución de mamparos con pilotes adyacentes, que deberán considerarse en todo caso como obras provisionales.

En el caso de que las obras de contención sean muros colados, en el sistema Top-Down, la losa intermedia (de la planta del vestíbulo) servirá de sujeción tanto provisional (en fase de construcción) como definitiva (en servicio).

La secuencia constructiva asumida en el Estudio de Factibilidad establece que la TBM pase "a vacío" a través de las estaciones, es decir, que pase una vez que la misma esté completamente excavada y preparada con las obras estructurales necesarias para garantizar el paso de la tuneladora y su back-up. Esto presupone vínculos recíprocos entre los patios de



obra de las estaciones y del túnel que deberán ser adecuadamente administrados por el Concesionario para asegurar el cumplimiento de los programas generales de la obra.

Las metodologías constructivas de las estaciones se describen en los planos técnicos y gráficos del Proyecto Referencial y tiene como objetivo limitar el impacto de la construcción en la superficie, teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por el tráfico, la presencia de servicios públicos subterráneos y la proximidad de los edificios a los patios de la obra.

Será responsabilidad del Concesionario proponer y preparar todas las particularidades necesarias en términos de obras temporales, secuencias operativas, soluciones optimizadas de diseño y tecnologías de realización para mitigar el impacto de la construcción en el respecto del tiempo y del presupuesto de la Obra.

19.2.2 Muros colados (diafragmas) o pantallas de pilotes

Para la construcción de las estaciones del presente proyecto se prevé utilizar la técnica constructiva «cut and cover», excavando entre los muros colados y/o pantallas de pilotes, ejecutando la losa de cubierta y a continuación realizar la excavación bajo dicha losa, hasta llegar a la cota de fondo excavación.

Se deberá prestar una especial atención a las tecnologías utilizadas para la excavación y a la ejecución de los muros colados (diafragmas) o de las pantallas de pilotes.

19.2.2.1 Muros colados (diafragmas)

En la ejecución de los muros colados se deberán adoptar todas las medidas necesarias para que la obra cumpla con los requisitos del proyecto, en particular en lo que respecta a la verticalidad, la coplanariedad y la impermeabilidad de las juntas.

El Concesionario deberá definir los equipos, los medios y el método de excavación de manera que se asegure el alcance de las profundidades definidas en el proyecto, el cruce de posibles estratos de terreno cementados, de capas con zonas más duras al igual que de capas limo-arcillosas, independientemente de las previsiones geológicas realizadas en el proyecto.

La elección de la solución tecnológica y la descripción del equipo de excavación será objeto de un procedimiento específico a presentarse a la Supervisión de Obra para su aprobación.

Al tener que ser las juntas estancas al agua, se deberá prever que los muros colados se realicen mediante una hidrofresa o cuchara bivalva. En la se refleja una comparación entre las tolerancias constructivas de los muros colados realizados con hidrofresa y con una cuchara bivalva (Kelly).

Tabla 19. Tolerancias constructivas muros colados

Posición en planta del eje del muro colado respecto a la línea media de los muretes guía	± 3 cm
Cota superior de los muros colados:	± 5 cm
Profundidad	- 10 + 25 cm
Verticalidad absoluta para la excavación con cuchara bivalva	± 1%
Coplanariedad de las juntas para la excavación con cuchara bivalva	± 1%
Verticalidad absoluta para la excavación con hidrofresa	± 0,2%
Coplanariedad de las juntas para la excavación con hidrofresa	± 0,2%
Cota superior de la jaula respecto a la cara superior de los muretes guía	± 3 cm
Posición de las jaulas horizontal – longitudinal, medida entre el centro de la jaula y el centro del panel:	± 3 cm



Posición de las jaulas horizontal – transversal, medida entre el centro de la jaula y el centro del panel

± 3 cm

19.2.2.2 Hidrofresas

Las hidrofresas para la excavación de los muros colados estarán formadas por dos ruedas hidrofresantes, dotadas de dientes, en movimiento rotativo simultáneo y opuesto.

Los tambores hidrofresantes se accionarán mediante motores hidráulicos colocados en su interior, o a los que estén unidos con adecuados medios.

La estructura de la hidrofresa hidráulica deberá tener una bomba para la circulación del fango para la perforación, con una capacidad no inferior a 120 l/seg y capacidad adecuada para superar todos los desniveles y las pérdidas de carga existentes entre el plano de los muretes guía y la instalación para la recuperación de los fangos.

Las dimensiones de la hidrofresa en planta deberán corresponder a las de los muros colados que se deben excavar.

19.2.3 Elaboración de las juntas

Para ejecutar correctamente las juntas, donde sean requeridos, se deberán utilizar dispositivos de forma y dimensiones tales que se pueda garantizar la estanqueidad de la misma.

19.2.3.1 Sistemas water-stop

Son preferibles los sistemas de juntas definidos a través de la puesta provisional de chapas metálicas durante la excavación, en adecuadas cavidades verticales, que protegen una o más láminas de plástico verticales colocadas en obra, embebidas en los muros colados y que confluyen en la junta, con la clásica función de water-stop.

La chapa metálica que protege la lámina de plástico, se colocará en obra al terminar la excavación del primer panel, preventivamente tratadas con barnices, y se dejarán también durante y después del hormigado del muro, con función de encofrado.

Durante la ejecución del muro la chapa metálica todavía en obra tendrá función de guía de la excavación, mejorando la continuidad geométrica del muro colado; una vez que se haya completado la excavación, y posiblemente con la ayuda de un adecuado equipo, se extraerá dicha chapa dejando en obra las láminas de plástico embebidas en el hormigonado de los muros y preparadas para ser embebidas, también, en el siguiente panel del muro, con una mejoría predominante de la estanqueidad.

19.2.3.2 Sistemas a "tubo"

Para los sistemas de formación de juntas a "tubo", se citan como ejemplo:

- Columnas metálicas semi-circulares;
- Columnas plásticas circulares;
- Perfiles planos rigidizados con columnas semi-circulares;
- Solución a distintas alturas para el solape de las armaduras.

Los posibles procedimientos para la mejora de la estanqueidad pueden ser:

- Tubos con válvulas colocados en obra en la junta, para obtener una mejoría de la estanqueidad a través de las inyecciones;
- Tratamientos de inyección



Por norma, los "tubos" se colocarán en obra, controlando su verticalidad mediante sistemas ópticos, apenas completada la perforación, y por toda la profundidad del muro colado.

Una vez que haya fraguado el hormigón, se procederá a su retiro, utilizando un adecuado equipo, y si es necesario la superficie del tubo se podrá tratar con barnices desarmantes.

Se deberán limpiar correctamente dichos tubos antes de su utilización.

En la excavación de los muros colados adyacentes se deberá poner especial atención en la limpieza de la huella dejada por los tubos, utilizando rascadores, que presentan la misma forma de la huella dejada por el tubo. Los rascadores se utilizarán una vez terminada la perforación, fijándolos al equipo de excavación.

19.2.3.3 Juntas para la excavación

Se deberá considerar un sistema de juntas que garantice la impermeabilización de los muros colados y asegure la estanqueidad en caso de existir nivel freático.

En caso de optar por la excavación con hidrofresa se deberá adoptar el sistema de junta con "hormigón hidrofresado" donde esta prevista una sobreposición de los paneles de al menos 0.5% de la profundidad de los mismos, y de todas formas no inferior a 5cm.

19.2.3.4 Pantalla de pilotes

Debido a las condiciones hidrogeológicas, geotécnicas y ambientales a lo largo del trazado de la línea objeto del presente proyecto se excluye la posibilidad de realizar la perforación "en seco", es decir, sin la utilización de fangos de estabilización de las paredes excavadas. Tal exclusión se debe a los siguientes motivos:

- Presencia del nivel freático;
- Posibles interferencias con las estructuras existentes.

Se deberá verificar la existencia de posibles niveles freáticos en movimiento y, en este caso, se deberán tomar todo tipo de precauciones para garantizar la estabilidad de los fangos y de los hormigonados que se deben realizar.

19.2.3.5 Tolerancias constructivas

Los pilotes se deberán realizar en la posición y con las dimensiones indicadas en proyecto, con las siguientes tolerancias admisibles, excepto otras limitaciones requeridas en el proyecto o por la Supervisión de Obra:

- Coordinadas en planta del centro del pilote en el punto de inserción del mismo: ± 5 cm del pilote;
- Verticalidad: $\pm 2\%$ (referido al largo)
- pilotes con diámetro < 600 mm: ± 15 cm
- pilotes con diámetro > 600 mm: ± 25 cm
- diámetro terminado: $\pm 5\%$;
- cota superior del pilote: ± 5 cm



19.2.4 Excavaciones en presencia del nivel freático

La interferencia con el nivel freático en las operaciones de excavación, requiere la adopción de ciertas medidas y técnicas específicas que puedan garantizar los adecuados factores de seguridad en todas las fases constructivas.

Como consecuencia de los niveles freáticos previstos y de los coeficientes de permeabilidad de las distintas unidades geotécnicas, en el caso de posibles entradas de agua, será responsabilidad del Concesionario evaluar modalidades y tipos de las intervenciones que se deberán realizar, que podrán abordar:

- Realización de taponos de fondo (que se realizarán con jet-grouting y/o inyecciones de lechada) para la impermeabilización del fondo de excavación.
- acciones para bajar el nivel freático mediante el dimensionado de intervenciones de bombeo con la realización de pozos de drenaje al interior del área de excavación.

La elección de la solución tecnológica y la descripción del equipo utilizado será objeto de un procedimiento específico a presentarse a la Supervisión de Obra para su aprobación.

19.2.5 Obras provisionales

Las obras de contención de las excavaciones para la realización de los accesos, de las ventilaciones y para el traslado de los servicios públicos existentes, se realizarán a través de pantallas temporales, con micropilotes o pilotes armados.

La elección de la solución tecnológica y la descripción del equipo utilizado será objeto de un procedimiento específico a presentarse a la Supervisión de Obra para su aprobación.

La profundidad de empotramiento de las pantallas varía en función de la profundidad de la excavación. La excavación se deberá apuntalar mediante puntales provisionales y tablonés, dimensionados, verificando las condiciones de inestabilidad que derivan de la carga axial actuante.

En el proyecto no está prevista la realización de tirantes, ni como intervención temporal ni definitiva, debido a las siguientes razones principales:

- constituyen vínculos permanentes bajo tierra, en un contexto urbano de gran valor;
- se caracterizan por dificultades sustanciosas en su realización, amplificada en algunos casos por el hecho de tener que operar a menudo con nivel freático presente;
- No es posible, por las razones mencionadas anteriormente, garantizar que sean plenamente eficaces.

Sin embargo, en casos excepcionales, no pudiendo encontrarse una solución alternativa, se procederá a realizar tirantes, como se especifica:

- con el fin de limitar las deformaciones en los mamparos, los tirantes deberán ser pretensados y posteriormente desactivados después de la instalación de los soportes de contención / contraste definitivos;
- el anclaje del tirante deberá ser externo a la cuña de empuje activo en la parte posterior del mamparo con una distancia de seguridad adecuada desde la superficie de deslizamiento que delimita la cuña;
- la primera serie de tirantes deberán ser posicionadas a una profundidad desde nivel del suelo tal que evite interferencias con las obras de alcantarillado y con cimientos directos de edificios. Se debe prestar especial atención a las zonas de construcción más



reciente para evitar interferencias con los pilotes de cimentación. En el caso de edificios de mampostería cimentados en pozos se deberá respetar una distancia apropiada del nivel de ejecución de los mismos.

19.2.6 *Entrada y salida de la TBM en la estación*

El avance de la TBM y las fases de construcción de las estaciones se deberán programar de forma que se pueda realizar el paso de la TBM con las estaciones ya excavadas y en fase de finalización estructural (paso en vacío de la TBM).

La fase de entrada al túnel (tramos iniciales o de partida desde estaciones ya realizadas), así como la de salida (tramos finales o de llegada a las estaciones ya realizadas) de la TBM son operaciones delicadas, tanto por las operaciones de excavación lentas que para aquellas de colocación del revestimiento y de la obstrucción óptima de los vacíos en el extradós.

En estas secciones, el suelo y la presión del agua deberán estar soportados por una consolidación fácilmente penetrable por la cabeza de excavación de la tuneladora.

Todas estas operaciones deberán estar sujetas a un procedimiento específico que será presentada a la Supervisión de Obra para su aprobación.

19.2.6.1 *Entrada en la estación*

Las fases constructivas previstas para la entrada en la estación de la TBM serán:

- Ejecución de consolidaciones (en Jet Grouting, inyecciones de lechada cementiza, diafragmas plásticos), de las zonas de entrada/salida de las estaciones, desde la plataforma de trabajo antes de la construcción de los muros colados. La consolidación deberá ser fácilmente penetrable con el escudo, y al mismo tiempo deberá garantizar el soporte requerido.
- Los muros colados o las pantallas de pilotes en correspondencia con el galibo de la TBM en las zonas de entrada/salida de la TBM se deberán armar con tubos de fibra de vidrio (VTR).
- Finalización de la excavación de las estaciones y realización de las predisposiciones necesarias para el paso de la TBM.
- Entrada de la TBM en la estación;
- Traslado de la TBM hasta el extremo opuesto. El Concesionario deberá proveer al paso a "vacío" de la TBM en la estación con las adecuadas dimensiones, carpintería y herramientas para trasladar la TBM hasta el reinicio de la excavación.

19.2.6.2 *Salida de la estación*

En fase de salida y reinicio de la TBM de la estación, como alternativa y/o integración a la ejecución de consolidaciones, se puede utilizar el anillo de sellado (Sealing System).

Las fases constructivas previstas para la salida de la TBM de les estación, serán:

- Ejecución de consolidaciones y en el caso de la utilización del Sealing System, montaje del mismo.
- Montaje de la estructura de apuntalamiento; tal estructura deberá ser dimensionad de manera adecuada con un bloque de contraste (capaz de recibir el empuje de avance de la TBM) realizado con la máxima precisión para el correcto posicionamiento de los primeros anillos del revestimiento de dovelas prefabricadas. La realización de tal



contraste deberá ser objeto de un procedimiento específico preventivo por parte del Concesionario que deberá presentarse a la Supervisión de Obra para su aprobación.

- Salida de la TBM de la estación.

19.3 Pozos de ventilación, de bombeo y de salida de emergencia

El proyecto considera la construcción de un pozo en el tercio central de cada tramo de túnel entre dos estaciones, como parte de un sistema integral de ventilación de estaciones y túneles.

19.3.1 Concepción

El revestimiento del pozo se construirá en dos etapas. El revestimiento primario será en hormigón proyectado con malla de acero con la posible aplicación de bulones de anclaje y el secundario en hormigón armado convencional. Antes del paso de la TBM por la zona del pozo, se deberá ejecutar, desde el interior del pozo ya excavado, un tratamiento del suelo, en el área donde pasará la máquina.

La conexión del pozo al túnel en TBM, después del paso de la TBM, se realizará a través de un túnel de conexión horizontal, también con dos revestimientos, el primario con cerchas metálicas y hormigón proyectado, y el secundario en hormigón armado convencional.

De todas formas, dependiendo de las condiciones geológicas, del nivel freático y de la profundidad de la excavación, antes de la construcción del pozo se podrá realizar una cortina de micropilotes de protección, realizados según el método descrito en el apartado anterior.

19.3.2 Metodología Constructiva

La construcción del pozo avanzará a un paso de 1,5m máximo con una excavación perimetral, dejando un núcleo central sin excavar. A continuación se instalarán las mallas metálicas y se proyectará el hormigón en capas hasta completar el espesor de proyecto. En el avance siguiente se excava el núcleo y se baja nuevamente 1,5m. Lo descrito anteriormente se repite hasta el nivel de la losa de cimentación. Se construye la losa, y luego se inicia el revestimiento secundario en sentido ascendente, con encofrados trepantes o deslizantes.

En la zona de conexión del emboque del túnel no se ejecuta el revestimiento secundario, construyéndose un marco con armadura de refuerzo en el contorno de la abertura.

A continuación, se ejecutará el tratamiento del suelo con (en Jet Grouting, inyecciones de lechada,) a partir del interior del pozo.

El túnel de conexión avanzará hasta que el revestimiento de primera fase toque el revestimiento en dovelas del túnel. En la parada de la TBM en la estación siguiente, se montará dentro del túnel una estructura metálica que sirva de refuerzo y soporte de los anillos que serán parcialmente demolidos para crear la abertura de conexión entre túnel y pozo, y que permitirá el paso de los servicios del túnel y los trenes de servicio. Esa estructura se quitará cuando la estructura del revestimiento secundario del túnel se termine, creándose un marco de armadura de refuerzo que equilibrará las cargas de los anillos que fueron parcialmente demolidos.

Las estructuras internas del túnel de conexión y del pozo se ejecutarán a continuación, hasta completar la estructura superior externa de ventilación, y la salida de emergencia al nivel de superficie.



19.4 Mejoramiento del suelo y protección de las obras existentes

Las intervenciones de consolidaciones del terreno estarán previstas con los siguientes objetivos:

- Mejorar las características del terreno, por consecuencia mejorar el control del comportamiento a la excavación y de los asentamientos inducidos en superficie
- Mejorar las características de impermeabilidad de los terrenos durante las fases de realización de las obras.

La elección de la tipología de intervención podrá ser realizada solo después de un análisis atento y completo de las características geotécnicas esperadas y de las condiciones ambientales circundantes. En el desarrollo de los Estudios Definitivos por parte del Concesionario, podrán estar previstos los siguientes métodos de consolidación del terreno:

- Tratamientos de inyecciones de lechada cementiza y químicas que no contaminantes para el mejoramiento de las características mecánicas del terreno por debajo del fondo de excavación de los túneles artificiales, en el perímetro del perfil de excavación del túnel natural y como tapón vertical al dorso de los pozos de inicio de los túneles naturales y en general para consolidaciones localizadas.
- Tratamientos de jet-grouting para conseguir los mismos objetivos, y en particular para la realización de los tapones de fondo de las estaciones o de los pozos, donde las condiciones del nivel freático lo requieran;
- Tratamientos de compactación y de drenaje de terrenos del pozo y del túnel de línea.

19.4.1 Inyecciones de lechada cementosa y químicas no contaminantes

Las inyecciones de lechada cementosa y químicas no contaminantes se deberán realizar mediante tubos con válvulas para efectuar las inyecciones de impregnación del terreno circundante, con el objetivo de constituir, en las situaciones de excavación tradicional, una franja de suficiente espesor de terreno tratado para el perímetro de la futura excavación.

El conjunto de las inyecciones realizadas de esta manera constituirá un volumen de terreno reforzado que, gracias a su rigidez, contrasta la decompresión del terreno producido por la excavación, limitando la entidad de las deformaciones del terreno, además de disminuir, de manera sensible, la permeabilidad correspondiente.

En las zonas de terreno donde estén previstas inyecciones con tubo y válvulas, para garantizar un buen funcionamiento del conjunto inyecciones/terreno, será necesario prever una distribución de perforaciones (que constituyan una malla difundida) tal que encierre porciones de terreno de extensión contenida, de modo que permita una difusión eficaz de las mezclas por "claquage" o impregnación y por lo tanto, una consolidación e impermeabilización uniforme del terreno natural.

El diseño de las inyecciones deberá tener en cuenta la eventual presencia de obras preexistentes, de manera que no se dañen las estructuras de cimentación de edificios o de otras infraestructuras interferentes (por ejemplo redes de alcantarillado, otros servicios públicos, etc).

El volumen de terreno tratado, oponiéndose al campo de deformaciones generado por la excavación, será sujeto a un régimen de tensiones que deberá ser evaluado y por lo tanto equilibrado con criterios ampliamente prudenciales. En sustancia, se deberá efectuar una verificación tensiones-deformaciones del volumen de terreno tratado con inyecciones, cuantificando analíticamente el beneficio que ofrece a la mitigación de los asentamientos, y



controlando que el estado tensional del terreno consolidado sea, con un adecuado margen de seguridad, compatible con las características de los materiales utilizados.

Donde sea necesario, por ejemplo debiendo realizar excavaciones con presencia de nivel freático, el tratamiento de consolidación con inyecciones deberá conseguir, además del mejoramiento de las características geotécnicas del terreno, también su impermeabilización. Por tal motivo la mezcla cementicia utilizada para la lechada deberá tener aditivos apropiados, por medio, además, de mezclas químicas no contaminantes es decir cementos superventilados o microfinos.

Todas estas operaciones serán objeto de un procedimiento específico que deberá ser presentado a la Supervisión de Obras para su aprobación, que incluirá también la realización de un campo de prueba específico para determinar y validar los parámetros operativos en relación a las reales condiciones que se encontraran durante la excavación.

19.4.2 Jet-grouting

El diseño de las intervenciones de Jet-Grouting deberá definir los parámetros geométricos para la ejecución de las perforaciones y las características de la mezcla de inyección. Se deberá poner una particular atención a los siguientes aspectos:

- Los esquemas de terrenos tratados con inyecciones de jet-grouting deberán ser realizados desde una superficie que garantice la estabilidad de los mamparos;
- Las columnas no serán realizadas con continuidad geométrica en planta, pero sí con una secuencia a "piel de leopardo".
- Las columnas deberán ser compenetradas para formar características mecánicas casi homogéneas;
- Las perforaciones deberán seguirse en manera tal que consientan la inyección de cada columna en una única fase sin interrupciones.

Todas estas operaciones deberán ser objeto de un procedimiento específico que será presentada a la Supervisión de Obras para su aprobación, que además incluirá la realización de un campo de prueba para determinar y validar los parámetros operativos en relación a las reales condiciones que se encontrarán durante la excavación.

En ausencia de resultados del campo de prueba, de manera orientativa, las características mecánicas de las columnas de jet-grouting así realizadas deberán no ser inferiores a los siguientes valores:

- terrenos coesivo (arcillas, limos sin o con fracción arenosa subordinada):
 - resistencia a la compresión uniaxial: 1 - 5MPa,
 - resistencia a corte: 0.3MPa,
 - módulo de deformabilidad: 1000MPa
- terrenos granulares (gravas, arenas, sin o con fracción subordinada de fino y/o finísimos):
 - resistencia a la compresión uniaxial: 5 - 11MPa,
 - resistencia a corte: 0.5MPa,
 - módulo de deformabilidad: 5000MPa.



En relación a la modelación del terreno al cual viene aplicado el tratamiento, en ausencia de evaluaciones más precisas, se podrán utilizar los siguientes parámetros geotécnicos y geomecánicos:

- peso de volumen 20KN/m³;
- tensión admisible a compresión no superior a 1/6 de su resistencia correspondiente;
- resistencia nula a tracción;
- ángulo de fricción mamparo-terreno consolidado no superior a 35 grados.

19.4.3 Tratamiento de compactación y drenaje

Estos tratamientos consisten principalmente en el comprimir de manera controlada, mediante inyecciones de lechada cementiza, la corona circular de terreno a tratarse alrededor del túnel, con en contemporáneo un drenaje continuo del agua en exceso a través de adecuadas mallas radiales de drenajes.

Se obtendrá de tal manera un mejoramiento de las características del terreno por efecto del drenaje y de la consolidación contemporánea con las inyecciones de impregnación; además, siendo todos los elementos estructurales (tubos de inyección y drenes) realizados en fibra de vidrio, se tendrá también un efecto difundido de "clavos radiales" que se extiende a todo el terreno;

Según vayan realizados desde el pozo o desde el túnel de línea excavado con TBM, deberán prever:

- Plano con disposición de los agujeros equipados (inyecciones, drenes, etc) en términos de malla y orientación,
- Determinación de las longitudes de los varios elementos estructurales,
- Procedimientos ejecutivos, individualizando y describiendo en detalle la secuencia de las varias fases ejecutivas de realización de la intervención,
- Definición de la secuencia ejecutiva con relación a los procesos individuales (por ejemplo la secuencia de las inyecciones por válvula, por foro o radiales)
- Definición de la composición y características reológicas de la mezcla usada para las inyecciones
- Medición y control de las cantidades realizadas
- Plan de monitoreo sea en superficie o en profundo para seguir el desarrollo de los tratamientos.

Todas estas operaciones deberán ser objeto de un procedimiento específico que será presentada a la Supervisión de Obras para su aprobación, que además incluirá la realización de un campo de prueba para determinar y validar los parámetros operativos en relación a las reales condiciones que se encontrarán durante la excavación.



20 IMPACTO AMBIENTAL

El proyecto, en las diferentes etapas y con niveles progresivos de detalle, según sea previsto en las normativas vigentes, deberá incluir todos los elementos que sean previstos en el Estudio de Impacto Ambiental.



21 SISTEMA DE CALIDAD

21.1 Generalidad

El Concesionario deberá disponer de un Sistema de Calidad según las normas UNI EN ISO 9001, cuyo propósito fundamental es tener una descripción del sistema de aseguramiento de la calidad y de todos los elementos operativos, que sirva de referencia permanente para la implantación y el mantenimiento del sistema de calidad, a fin de asegurar que los productos y servicios se realicen o se efectúen de conformidad con las políticas y los objetivos de calidad establecidos y con los requerimientos contractuales, como también, que sirva de guía para documentar el sistema.

El Concesionario deberá preparar y presentar al Supervisor de Obra los documentos del Sistema de Calidad por su aprobación.

El Concesionario deberá disponer también de un sistema de Gestión Ambiental (ISO 14001).

21.2 Documentos del Sistema de Calidad

El Concesionario deberá desarrollar en las diferentes etapas del proyecto al menos los siguientes documentos:

- Plan General de Calidad
- Plan de Calidad de Diseño
- Plan de Calidad de Obras Civiles
- Plan de Calidad de la Tecnología de el sistema y de Equipamentos Civiles
- Plan de Calidad de el Material Rodante
- Plan de Calidad de la Explotacion

El detalle del sistema de calidad se encuentra en las especificaciones técnicas: *02- ESTUDIOS DEFINITIVOS - CONTENIDOS MÍNIMOS Y PLAZOS DE ENTREGA* y *04- CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN*.



22 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL DEL SISTEMA

22.1 Generalidades

Este capítulo incluye los requisitos generales de los servicios a proveer para el mantenimiento ordinario y extraordinario, basado en los resultados (global service) del sistema; el servicio está pensado como una actividad de mantenimiento "Preventiva, Programada y Accidental", cuyo propósito es asegurar la total funcionalidad del sistema, su conservación y la completa disponibilidad en el tiempo.

El servicio de mantenimiento tiene el propósito de:

- mantener el sistema como mínimo en el estado de conservación inicial;
- obtener la disponibilidad para llevar a cabo el servicio requerido;

El concesionario será responsable de las decisiones de diseño, de la planificación, de la dirección de las actividades de mantenimiento.

Por tanto será previsto a cargo del Concesionario:

- el completo mantenimiento preventivo programado del sistema, según los costos determinados por el Concesionario en la oferta o por los proveedores de los componentes o subconjuntos;
- el suministro de todos los materiales de repuesto, incluidas las de consumo normal, necesaria para las operaciones de mantenimiento;
- el uso de mano de obra necesaria para llevar a cabo la función.

La organización de las actividades de mantenimiento se dirigirán a que el nivel de las condiciones de funcionamiento del sistema sean siempre las requeridas para su correcto funcionamiento, manteniendo un alto nivel de disponibilidad y eficiencia; para este propósito será adoptada la estrategia más conveniente considerando el ciclo de deterioro y el ciclo de vida útil total del sistema a mantener.

El Concesionario deberá garantizar el uso de repuestos originales y un tiempo de intervención limitado al periodo necesario para tal fin. Las actividades deberán cumplirse al inicio del mantenimiento preventivo y deberán ser organizados de tal manera que minimicen la intervención de reparaciones inesperadas.

Las actividades de mantenimiento deben conciliar objetivos de economía en plena conformidad con los estándares, que deben cumplirse para la calidad del servicio, para la seguridad del sistema y de todos sus subsistemas, por su fiabilidad y eficiencia, manteniendo también una alta calidad del aspecto externo.

El Concesionario, antes del ejercicio previo de la línea, proporcionará:

- un plan detallado de la organización del mantenimiento,
- un manual de los procedimientos de mantenimiento de acuerdo con el Plan de Aseguramiento de la Calidad,
- un esquema del personal de mantenimiento,
- un esbozo de la asistencia operativa y logística.

El plan detallado deberá indicar los subsistemas y componentes, los ciclos periódicos de revisiones y de sustitución con referencia a los kilómetros recorridos, a horas de funcionamiento o a las duraciones.



Cualquier cambio a este plan, como a la periodicidad de las intervenciones, cuya oportunidad se hace evidente como resultado de la experiencia, debe ser presentado para aprobación al Concedente.

El Concesionario, de acuerdo con los requisitos y normas de seguridad y los límites de regularidad de servicio, la fiabilidad y la eficiencia general del sistema, tendrá que poner en práctica su programa de asistencia técnica y mantenimiento a fin de asegurar la minimización de los costos de las operaciones sin perder la eficiencia, optimizando el uso de los recursos y la coordinación de actividades. Las operaciones de mantenimiento deben ser organizadas y llevadas a cabo en cumplimiento de las normativas de seguridad y la seguridad de los trabajadores.

22.2 Tipos de Mantenimiento

El mantenimiento se distingue en rutinario y extraordinario:

22.2.1 Mantenimiento de Rutina

Por mantenimiento de rutina, se entienden las operaciones de cualquier naturaleza prevista o previsible en un plan de programación de las intervenciones y se distinguirán en:

- mantenimiento periódico por Calendario;
- mantenimiento en función del resultado de los controles periódicos y se llevará a cabo de acuerdo con el contenido del "manual".

22.2.2 Mantenimiento extraordinario

Por mantenimiento extraordinario se entiende las operaciones asociadas con una falla o un accidente que comprenden: Diagnóstico, reparación o reemplazo de cualquier pieza afectada, verificación y ensayo de la intervención realizada.

En consecuencia del tipo y / o la gravedad de la falla el mantenimiento se divide en:

- planificable;
- Inmediato (de emergencia).

Se incluyen en el mantenimiento correctivo aquellos debido a acciones de terceros (vandalismo, daños en general). Y debe entenderse como parte de la administración de cambios y configuración el sistema.

A este respecto, se requiere que el estado del sistema y sus componentes, sean conocidos en tiempo real.

22.3 Requisitos

Dependiendo de los diferentes niveles de diseño se dispondrá, con un grado de profundidad diferenciado, de un plan de mantenimiento del sistema.

El plan de mantenimiento a presentar deberán incluir al menos los siguientes subsistemas:

- obras civiles;
- vía permanente
- talleres y cocheras de vehículos;
- talleres;almacenes;



- vehículos de servicio;
- instalaciones de sistemas;
- instalaciones no ferroviarias
- material rodante
- la infraestructura en general

Para este propósito, se debe garantizar y documentar:

- estructuras adecuadas de trabajo;
- mantenimiento adecuado de las áreas;
- instalaciones adecuadas de trabajo;
- disponibilidad de vehículos de servicio;
- equipo de trabajo adecuado y eficiente.

Las intervenciones de mantenimiento inmediato (emergencia) se incluirán en el programa general de funcionalidad del sistema. Se elaborarán por tanto estrategias y procedimientos para garantizar que en el caso de una avería, el personal de mantenimiento cualificado sea contactado de inmediato y tenga a su disposición toda la documentación, las herramientas, el equipo de prueba y las piezas de repuesto adecuadas para la reparación en menor el tiempo posible.

En la fase de diseño ejecutivo se tendrá que especificar también el contenido y los recursos correspondientes con las operaciones detalladas en el párrafo anterior. Todas las operaciones de mantenimiento de rutina, incluyendo las reparaciones, deben, por regla general, estar en "programas de mantenimiento" especificadas.

El conjunto será la base sobre la que se desarrollará y aplicará el programa de mantenimiento.

El plan de mantenimiento constituye el nivel mínimo de mantenimiento que el Concesionario deberá seguir.

En los estudios definitivos deberán desarrollarse:

- programas de mantenimiento previstos para el plazo de la Concesión
- horas de trabajo para cada tipo de intervención de mantenimiento;
- materiales de consumo y mantenimiento;
- hojas de trabajo para cada una operación de mantenimiento rutinario con indicación de hora y materiales (como para el mantenimiento programado);
- lista de procesos que se considera que tiene lugar en los talleres la relevancia de la línea, "servicio" en otros talleres o con el uso de otros proveedores.

Será responsabilidad del Concesionario que el plan cumpla con los requisitos de mantenimiento ordinarios y extraordinarios necesarios para cumplir los objetivos del servicio.

Si el nivel de calidad de servicio no refleja los requisitos exigidos, el Concesionario podrá adoptar medidas correctivas al plan de mantenimiento.

Durante el plazo de la concesión, el plan de mantenimiento puede ser objeto de revisiones, también para cambios en el nivel de producción del servicio.



22.4 Criterios para la realización del mantenimiento

El mantenimiento se organizará y se llevará a cabo con el fin de conservar las condiciones de seguridad óptima de todo el sistema, asegurando la eficiencia, el buen funcionamiento de todos sus componentes y el buen aspecto, con el fin de mantener el sistema en el máximo nivel, incluso en etapas posteriores de la vida operativa.

El mantenimiento de todo el equipo y las instalaciones deben garantizar, como mínimo, los estándares de sus proveedores.

El mantenimiento será organizado, planificado y ejecutado para que se tomen todas las medidas preventivas en tiempo y garantizar el correcto funcionamiento de Sistema de acuerdo con los requisitos generales de funcionamiento.

El concesionario será responsable de las entregas de su parte y por parte de subcontratistas como si esas entregas fueran hechas por él mismo.

22.4.1 Sistemas de gestión de mantenimiento

Las operaciones de mantenimiento serán administradas y asistidas mediante el uso de sistemas automáticos que pueden gestionar el control de materiales/repuestos y la gestión operativa.

22.4.1.1 Educación y formación

El personal de mantenimiento debe estar bien entrenado y debe tener un conocimiento profundo de la estructura del sistema con el fin de obtener el mayor nivel de flexibilidad posible.

La capacitación del equipo técnico asegurará que el personal de mantenimiento tenga un conocimiento profundo de todos los sistemas conectados a su campo de trabajo.

Asimismo, el Concesionario realizará talleres de capacitación en operación y mantenimiento del sistema al personal que el Concedente le solicite. La coordinación será realizada a través del Supervisor de Obra acerca de la materia, oportunidad y cantidad de asistentes; previéndose que dichos talleres sean realizados al menos dos veces al año a partir del año de entrada en operación del sistema en su integridad.

22.4.2 Los controles e inspecciones

El Concedente tiene el derecho de controlar los métodos y resultados de las operaciones mantenimiento.

Al final, el Concedente, tendrá acceso a todas las áreas y podrá solicitar que se lleven a cabo las verificaciones sobre el resultado de los trabajos desarrollados.

El Concesionario proporcionará a los representantes del Concedente toda la información necesaria, tendrá a disposición la documentación, incluyendo la interna, del soporte de los trabajos realizados o en curso, y garantizará su acceso a los sistemas de información de gestión de mantenimiento.

El Concesionario proporcionará informes resumidos que permitan comprobar el funcionamiento del mantenimiento respecto a los niveles de disponibilidad.

A plazos mensuales el concesionario proporcionará informes de resumen de la actividad de mantenimiento, combinado con informes exhaustivos relacionados con:

- las intervenciones para solución de problemas;
- causas de los fallos detectados;



- el estado de las instalaciones;
- el estado de las estructuras del sistema;
- evaluación de subConcesionarios;
- aspectos eventuales de impacto ambiental, en relación con el ruido, las vibraciones, los residuos de escape y disposición de aguas residuales;
- análisis estadístico de los fallos que se produjeron en el trimestre;
- incidencia de fallos debido a actos de vandalismo u otros actos de terceros;
- el nivel de confiabilidad y eficiencia del sistema;
- existencias de piezas de recambio;
- rendimiento del programa de mantenimiento;
- el rendimiento de los costos de mantenimiento;
- otros informes relativos a los requisitos de las autoridades competentes.

22.4.3 El personal de mantenimiento

Todo el personal debe estar correctamente cualificado y haber asistido a los cursos en materia de seguridad, antes de asistir al mantenimiento.

Al personal de mantenimiento se incluirá el personal del almacén.

22.4.4 Gestión de los repuestos

Una condición esencial para que las actividades de mantenimiento sean eficaces es la disponibilidad de repuestos, en particular aquellos para el automatismo del sistema. Los principios que guiarán la gestión de los repuestos se mencionan a continuación:

- Ningún tren deberá estar indisponible para el ejercicio, producto de una degradación a nivel de ejercicio a causa de falta de repuestos.
- Los repuestos suministrados con el sistema y los adquiridos posteriormente tendrán que cumplir con los más altos estándares de calidad.
- Se deberá tomar en cuenta debidamente la obsolescencia de los equipos.
- El suministro de piezas de recambio deberá estar asegurada, gestionando adecuadamente cualquier cese de la producción de piezas de repuesto.

La gestión de las piezas de repuesto la realizarán por los responsables de mantenimiento en estrecha colaboración con el responsable de los suministros y adquisiciones de la dirección de servicios centrales. Él se encargará de los contratos para la compra de piezas de repuesto hechas con los proveedores originales o proveedores ocasionales de consumibles y otros materiales. También deberá conducir un riguroso proceso de aprobación para cada nuevo proveedor.

El control del consumo de las piezas de repuesto y su reposición será computarizado.

Para cada elemento deberá definirse el nivel mínimo de reposición, es decir el valor mínimo de un suministro que llega antes de enviar la orden de reposición.



Las condiciones y estándares de los repuestos deberán ser oportunamente definidas por el Concesionario mediante el contrato de mantenimiento, asistencia técnica y provisión de repuestos, y aprobado por el Concedente.

22.4.5 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es el principal instrumento para la administración del mantenimiento.

El plan de mantenimiento programa en el tiempo las intervenciones, individualiza y asigna los recursos necesarios con el objetivo de optimizar el servicio de la Línea y de cada componente.

El plan de mantenimiento será detallado y subdividido para cada componente de la Línea, indicando la frecuencia y la modalidad de las intervenciones de mantenimiento preventivas y los materiales necesarios.

Además, preverá las modalidades de intervención después de un daño, los procedimientos que serán adoptados para solucionar la falta de servicio provocado por daño, la organización de los equipos de intervención inmediata, las modalidades de realización de las carreras sustitutivas de superficie en caso de falta de servicio grave.

22.5 Mantenimiento y renovación de material rodante

El Postor preparará un plan de mantenimiento y revisión de material rodante, articulado y profundizado en relación con el nivel de diseño.

Con los datos estadísticos y la experiencia adquirida por los dos ciclos de pruebas de la fábrica o directamente de la gestión, es posible predecir la duración técnica de los componentes al servicio de los órganos de material rodante.

Los programas de mantenimiento deben garantizar el cumplimiento de las normas y reglamentos de Seguridad así como de la fiabilidad de los medios de transporte.

Es por lo tanto necesario:

- una intervención oportuna para la resolución de las fallas que se producen durante el servicio;
- las acciones preventivas necesarias capaces de limitar la ocurrencia de fallos;

22.5.1 Planes de mantenimiento

Los planes de mantenimiento serán elaborados en función de:

- características técnicas constructivas específicas del material rodante;
- características específicas de utilización sobre la línea de servicio;
- requisitos de mantenimiento proporcionados por el fabricante de los equipos
- disposiciones derivadas de los reglamentos y las circulares ministeriales;
- grado de fiabilidad en función del tipo de ejercicio;
- experiencia consolidada en el uso del material rodante.

Los planes de mantenimiento serán especificados con la indicación de:

- frecuencia de ejecución;
- el tiempo necesario para realizar las operaciones previstas;
- operaciones a seguir.



22.5.2 Mantenimiento menor

El mantenimiento menor implica una serie de controles, verificaciones e intervenciones que se puede resolver en un corto período de tiempo (por ejemplo, Topping, lámparas de repuesto, reparaciones de daños, dispositivos de control de emergencia, etc.)

22.5.3 Mantenimiento medio

Por mantenimiento medio de servicio se entienden las actividades que supongan extraer del servicio al vehículo con un intervalo de ejecución de una o dos semanas. A modo de ejemplo están comprendidas en el mantenimiento medio:

- control del sistema de frenado;
- el estado de todos los sistemas neumáticos, eléctricos, hidráulicos;
- el control de la parte mecánica.

22.5.4 Mantenimiento mayor

Por las operaciones de mantenimiento mayor se entienden aquellas que requieren retirar del servicio a un vehículo con un intervalo de aproximadamente un mes. A modo de ejemplo están comprendidos en el mantenimiento mayor:

- limpieza y soplado de la parte de abajo;
- una revisión de todos los equipos de emergencia y del aire acondicionado;
- el lavado de la parte superior externa del vehículo y revisión de los componentes de captación de la energía eléctrica;
- los ensayos por ultrasonidos de los ejes;
- prueba de fugas de sistemas neumáticos e hidráulicos;
- pruebas de aislamiento.

22.5.5 Revisiones programadas

Por revisiones programadas se entienden todas las operaciones proporcionadas por el fabricante de material rodante que requieren tiempo de inactividad más largo que los utilizados para el mantenimiento ordinario. Estas intervenciones requieren el desmontaje de los componentes principales y pueden requerir el uso de equipo especial para permitir su ejecución. En función de los componentes objeto de revisión se puede definir como ciclos de pequeño, mediano o revisión a fondo (mayor).

Por ejemplo, son definibles como revisiones medias:

- sustitución de los bogies;
- la restauración de la carrocería y de los muebles;
- intervenciones a la parte electrónica para actualizaciones tecnológicas;
- torneados de las ruedas.

Se definen como revisiones importantes (grandes), por ejemplo:

- Elevación del material rodante
- El desmontaje de los bogies



- Desmontaje y revisión completa de parte la eléctrica, verificando el cableado;
- El desmontaje de los motores de tracción y servicios auxiliares;
- La sustitución de los sistemas de freno y los conductos neumáticos;
- La nueva pintura de las cajas y de los carros;
- La revisión completa del mobiliario interior.

22.5.6 Organización del material rodante

El plan de mantenimiento/revisión será redactado de manera que se cuente con la disponibilidad del número de trenes necesarios para efectuar un máximo de servicio, incluyendo los suministros necesarios.

22.6 Mantenimiento, vehículos de servicios y equipamientos.

Serán cubiertos aquí los requisitos específicos para el mantenimiento de vehículos de servicio, de los equipos y otras instalaciones utilizados en el Centro de Servicio de Mantenimiento.

Objeto de tal mantenimiento se tendrán en cuenta en particular:

- Los vehículos de servicios de todo tipo, el mantenimiento de la infraestructura y de la vía.
- Equipos para el mantenimiento instalados en los vehículos de servicio;
- Equipo de carga en el taller para el mantenimiento del material rodante, infraestructura y obras civiles y de la construcción;
- Equipos de diagnóstico y de prueba utilizados para el mantenimiento del material rodante (inspección de rueda, frenos y pantógrafos), infraestructura (vías férreas, catenaria, etc) de las obras civiles y de la construcción.

El Concesionario tendrá toda la responsabilidad del estado de eficiencia y de dotación de todos los vehículos de servicio.

Los equipos deberán estar equipados con manuales de mantenimiento.

22.6.1 Objetivos del mantenimiento

Los objetivos del mantenimiento serán:

- Mantener todo el equipo en condiciones de funcionamiento y de seguridad, para garantizar que están disponibles y operativas cuando sea necesario y para asegurar que la calidad y la funcionalidad del equipo sea mantenida durante todo su ciclo de vida;
- asegurar que el equipo esté siempre de acuerdo con las normativas y reglas de seguridad y medio ambiente.

Con este fin, se realizarán oportunamente acuerdos sobre la rapidez de los proveedores para asegurar que el personal de apoyo esté siempre disponible, incluso con corto preaviso, y equipado con los materiales y repuestos necesarios.

22.6.2 Mantenimiento de equipos y herramientas para la verificación y medidas

Todos los instrumentos de medición, equipos de diagnóstico, bancos de prueba, etc., deberán estar sometidos a un adecuado mantenimiento según el programa preestablecido.



Los equipos y las herramientas mencionadas anteriormente deberán ser calibradas de acuerdo a las indicaciones del proveedor y de conformidad con los requisitos del sistema de calidad.

22.7 Mantenimiento de las instalaciones de sistema ferroviario

22.7.1 Criterios para facilitar el mantenimiento

Siempre que sea posible, todo el equipo y sus componentes, serán estandarizados y se ensamblarán en unidades intercambiables con otras piezas de repuesto.

Se integrarán en los aparatos de uso personal de servicio, sistemas de monitoreo y diagnóstico capaz de identificar rápidamente los fallos.

Se utilizarán piezas de recambio originales para sustituir los diversos componentes o unidades.

Después de las intervenciones de reparación el sistema global tendrá que estar en el mismo nivel de operación que antes de la falla.

El Concesionario debe hacer uso de todos los equipos de prueba o simulación necesaria para garantizar el mantenimiento adecuado de todos los equipos.

22.7.2 Programa de mantenimiento

Para las instalaciones ferroviarias el plan deberá evidenciar las operaciones diarias y el mantenimiento ordinario.

Para los subsistemas a ser analizados en el plan de mantenimiento preventivo se considera, a título informativo y no limitativo:

- Equipos de tracción y energía;
- Los sistemas de automatización, control y regularización de la operación;
- sistemas de telecomunicación;
- Puertas de andén

22.7.3 Organización de los Mantenimientos Preventivos

Los ciclos de mantenimiento preventivo se deberán planificar a partir de los ciclos de mantenimiento indicados por los proveedores, revisados en colaboración con ellos en la fase de pre-ejercicio.

Para la infraestructura (señalización, control y mando de los vehículos, alimentación y energía de tracción, vías, instalaciones de la estación, etc), las diversas operaciones de mantenimiento preventivo serán programadas a calendario o, en su caso, se aplicarán en función de los parámetros de referencia. La planificación de las intervenciones preventivas tendrá en cuenta las exigencias en materia de seguridad y distinguirá dos tipos de mantenimiento preventivo de la infraestructura:

- **Mantenimiento que implica el acceso a la vía**, tales como la de la vía, la catenaria, la mayor parte de las instalaciones de suministro de energía eléctrica de tracción, los aparatos ATC a lo largo de la vía, de las puertas del andén. Estas operaciones de mantenimiento deberán ser llevadas a cabo por la noche cuando no hay circulación de trenes y, si es necesario, sin el voltaje.
- **Mantenimiento que no implica el acceso a la vía**: la mayor parte de los sistemas de comunicación, una parte de las instalaciones para la energía de tracción, las



instalaciones ATC, etc; estas intervenciones no requieren la interrupción del servicio de los viajeros.

El mantenimiento preventivo regular de los componentes del tren y de las infraestructuras hace que sea casi mínimo el mantenimiento extraordinario sistemático a la mitad de la vida útil (20 años). El mantenimiento extraordinario, al contrario, será indispensable para los aparatos tecnológicos de abordaje y aquellos situados a lo largo de la Línea y en el PCS.

22.7.4 Organización del Mantenimiento Correctivo

22.7.4.1 Gestión de las prioridades

Para reducir las intervenciones de mantenimiento durante el servicio a los viajeros y para no degradar la calidad del servicio, el Gestor organizará el mantenimiento correctivo con las siguientes prioridades:

- **Prioridad 1:** averías efectivas o potenciales (inminentes) que necesitan una intervención inmediata, aun si eso incide sobre la disponibilidad del sistema y pueda crear molestias a los pasajeros,
- **Prioridad 2:** averías efectivas o potenciales (inminentes) cuya reparación puede ser retardada y, esto sin que exista un impacto sobre la disponibilidad ni la seguridad del sistema.

La eficiencia y la gestión de estos dos niveles de prioridades depende de las competencias del personal que debe decidir si la avería es de prioridad 1 o 2 (equipos de intervención inmediata en línea, agentes itinerarios, PCS). Por lo tanto, el Concesionario deberá mantener al personal en un adecuado nivel de competencia, con una formación continuada y con un análisis de los eventos de mantenimiento y del ejercicio utilizando, de manera intensiva y como práctica común, experiencias anteriores.

22.7.4.2 Identificación de las averías y tiempos de reparación

La identificación de funcionamientos fuera de lo normal se realiza principalmente a través del sistema SCADA u otros sistemas de control a distancia, las inspecciones de los equipos de agentes itinerarios en línea y en los trenes, y las inspecciones efectuadas regularmente por los equipos de mantenimiento en el ámbito de intervenciones de mantenimiento programadas en el plan de mantenimiento.

A cada señal de avería o de mal funcionamiento o defecto comunicado a los componentes de la línea, el PCS activará inmediatamente el sector de mantenimiento mediante el sistema de gestión informatizado y centralizado del mantenimiento. Cuando la anomalía es detectada por el sistema SCADA, el supervisor de los sistemas deberá activar directamente su sector de mantenimiento mediante el sistema de gestión informatizado de mantenimiento.

Cualquiera que sea la fuente de la señal de anomalía, esa se registrará y numerará, con otros datos como: quien ha generado la señal, la fecha, el sistema en causa, la descripción del problema y el previsible impacto sobre el funcionamiento del sistema.

La responsabilidad de la intervención de mantenimiento comprende también las actividades de eventuales subcontratistas.

El Gestor deberá poner particular atención a la actualización en tiempo real del registro de los controles periódicos, cuya actividad se encuentra bajo la responsabilidad conjunta del sector de mantenimiento y del responsable de la planificación y control de la actividad y del sistema informativo.



22.8 Mantenimiento de la vía férrea

La finalidad de estos trabajos de mantenimiento es mantener la vía férrea en un nivel adecuado para el servicio de pasajeros considerando criterios de seguridad y confort del mismo.

El CONCESIONARIO realizará trabajos de Conservación (mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo programado y correctivo no programado) si se presenta el caso.

Trabajos de Conservación son los siguientes:

- Estudios periódicos del estado de las vías férreas y aparatos de la vía, como levantamiento topográfico, estudios de defectoscopia, estudios de corrosión de los componentes metálicos de materiales de la vía.
- Liberación de tensiones en la vía principal y regulación de luz en las juntas apoyadas.
- Cambio de durmientes de concreto y de madera que se encuentren en mal estado.
- Cambio de fijaciones que se encuentren en mal estado en la vía principal y en las vías del Patio Taller.
- Control y monitoreo continuo de la geometría de la vía en placa y la catenaria.
- Reemplazo de las soldaduras defectuosas.
- Centrado de durmientes de concreto en la vía principal y reforzamiento del balasto.
- Saneamiento del balasto.
- Reencalzado, nivelación, alineamiento, reforzamiento y perfilado del balasto.
- Reubicación de la zona neutra del Patio Taller y cambio de las juntas aisladas.

En cada caso, dependiendo de la especificidad del sistema propuesto, la oferta deberá contener el esquema conceptual de la naturaleza de los controles y mantenimiento y su periodicidad.

Este programa deberá incluir también la limpieza y extracción de cuerpos extraños e indicará en modo exhaustivo la función y el tipo de estructuras, equipos y vehículos de servicio necesarios para hacerlo.

La conservación de la vía por construir se realizará en el periodo de explotación con la frecuencia y métodos acordes con la tecnología empleada por el Concesionario en la etapa de construcción. El Concesionario deberá contar con las herramientas, equipos y maquinaria en cantidad y capacidades suficientes para llevar a cabo las tareas de mantenimiento tanto de la infraestructura en general como el material rodante.

El Concesionario deberá llevar un historial y trazabilidad de todo el mantenimiento realizado durante el periodo de Concesión.

22.9 Mantenimiento de instalaciones no ferroviarias

22.9.1 Nivel de Servicio

Se espera del sistema un nivel muy alto de confort para el pasajero y, en lo concerniente a las implantaciones de servicio y auxiliares, será fundamental el alcance no sólo de un elevado nivel de eficiencia técnica, sino también de un tipo de operación que no provoque elementos desagradables en la percepción por parte del público, incluso durante el mantenimiento, por lo tanto, deberá cumplir con ambos objetivos.

Como una indicación, algunos de los requisitos se enumeran a continuación:



- Los sistemas de ventilación deberán ser manejados, controlados y mantenidos de manera que el nivel permitido de ruido sea respetado y que su operación no produzca polvo, para no molestar a los pasajeros y asegurar la calidad del aire introducido;
- El mantenimiento de los ascensores y escaleras mecánicas deben ser efectuado de modo que sean respetados los requisitos obligatorios para las inspecciones y pruebas, y que el nivel consentido de vibración y el ruido se cumpla;
- El mantenimiento de los sistemas de iluminación y el cambio de lámparas serán gestionadas de tal forma que se garantice siempre, en todas las áreas, el nivel deseado de iluminación.

22.9.2 Criterios para facilitar el mantenimiento

Siempre que sea posible, todo el equipo con sus componentes, se normalizará y ensamblará en unidades que sean intercambiables con otras piezas de reserva.

El personal estará formado de tal manera, que, si es necesario, pueda identificar los problemas a nivel de "subconjunto" en grado de ser reemplazado como "unidades".

Sistemas de monitoreo y diagnóstico se integrarán en los aparatos para uso del personal de servicio que deberá conocerlo lo suficiente como para ser capaz de localizar rápidamente los fallos.

Serán utilizadas piezas de recambio originales para sustituir los diversos componentes o unidades.

Después de la reparación el sistema global tendrá que estar en el mismo nivel que antes de la operación.

22.9.3 Programa de mantenimiento

El programa deberá evidenciar las operaciones diarias y las intervenciones de mantenimiento ordinario.

Para los subsistemas que deben analizarse en sus partes componentes, los programas de mantenimiento preventivos incluyen a título indicativo:

- sistemas de ventilación y aire acondicionado;
- Antiincendio;
- Ascensores y escaleras mecánicas;
- Sensores y detectores de incendios;
- Sistemas de alarmas (alarmas antirrobo, etc.)
- Estaciones de bombeo para drenaje;
- Instalaciones eléctricas, accesorios de iluminación y alumbrado;
- Sistemas de control de acceso.



22.10 Mantenimiento de obras civiles y de edificación

22.10.1 Objeto del mantenimiento

Se proporcionará una distribución del trabajo en sectores, como en el siguiente ejemplo expuesto a modo de guía:

- Túneles profundos y galerías superficiales;
- Estaciones;
- Estructuras auxiliares subterráneas (tanques de recolección de agua, túneles y refugios de emergencia, pozos de ventilación, etc.)
- Edificios de almacenamiento en los talleres de la zona, oficinas, etc.

El plan de asistencia técnica y mantenimiento incluirá al menos las siguientes actividades fundamentales:

- Inspecciones y monitoreo;
- Mantenimiento en sí.

22.10.2 El nivel de servicio

En el curso de las operaciones y el mantenimiento se debe asegurar una elevada calidad de las obras en relación con:

- Seguridad;
- Disponibilidad;
- Fiabilidad;
- Funcionalidad;
- Limpieza;
- Orden;
- Estética;
- Comodidad;
- Economía.

22.10.3 Objetivos de mantenimiento

22.10.3.1 Durabilidad

Teniendo en cuenta que las estructuras relacionadas con la obra civil del sistema deberán ser calculadas y realizadas como para tener la máxima durabilidad posible, las mismas obras serán periódicamente monitoreadas desde el punto de vista de la estructura. Los resultados de estas evaluaciones influenciarán en los programas de mantenimiento e intervención técnica.

Por lo tanto, es necesario el marco conceptual de dichas inspecciones periódicas y su programación. Tales detalles serán desarrollados en el transcurso de los Estudios Definitivos.

22.10.4 La regularidad del servicio

El mantenimiento periódico y extraordinario, no deberán afectar la regularidad del servicio.

El plan de mantenimiento debe ser compatible con el horario de funcionamiento del sistema.



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.02 – Estudios definitivos.
Contenidos mínimos y plazos de entrega



Índice

1 ESTUDIOS DEFINITIVOS	3
1.1 Generalidades	3
1.2 Normas técnicas de referencia	5
1.3 Plan de Calidad del Diseño	22
• 1.2.1 Control del Diseño	22
• 1.2.2. Planeamiento del diseño y asignación de actividades.....	23
• 1.2.3 Interfaz organizacional y técnica	23
• 1.2.4 Datos de entrada para el diseño	23
• 1.2.5 Datos de salida del diseño	23
• 1.2.6 Verificación del Diseño	23
• 1.2.7 Cambios de Diseño	24
1.4 Fases de producción de los Estudios Definitivos	24
1.5 Requerimientos de las presentaciones de los Estudios Definitivos	25
1.5.1 Informes técnico y descriptivo	27
1.5.2 Informes de cálculo	27
1.5.3 Presupuestos	30
2 INGENIERIA DE DETALLE FASE 1	31
3 INGENIERÍA DE DETALLE FASE 2	38
3.1 Generalidades.....	38
3.2 Administración	39
3.3 Requerimientos de las presentaciones de Ingeniería de Detalle	41
3.4 Planos de construcción	42
3.5 Planos de taller	44
3.6 Manual de operación y mantenimiento	44
4 PLANOS CONFORME A OBRA (AS BUILT) FASE 3	44
4.1 Entrega de los Planos Conforme a Obra	45
5 PROGRAMA DETALLADO DE CONSTRUCCIÓN	46
5.1 GENERALIDADES	46
5.2 PROCEDIMIENTOS.....	46



1 ESTUDIOS DEFINITIVOS

1.1 Generalidades

El Concesionario deberá desarrollar el proyecto integral de la obra que incluye:

- Vía permanente: trazados, superestructura de la vía , drenaje
- Arquitectura: Proyectos funcionales de las estaciones y depósitos, acabados, comunicación visual, inserción urbana y paisajismo
- Obra civil: estructuras, obras subterráneas y obras especiales (fundaciones y consolidaciones)
- Equipamiento Electromecánico: sistemas de ventilación, instalaciones hidráulicas, electricidad e iluminación, sistemas mecánicos, ascensores y escaleras mecánicas
- Equipamiento de Sistemas: sistema de alimentación eléctrica, sistema de señalización, sistemas de telecomunicaciones, puertas de andén, sistema de control central, sistema de venta de boletos y control de pasajeros.

El Concesionario será totalmente responsable por el diseño y todo lo inherente a este, a lo largo de los Estudios Definitivos y asume todos los riesgos asociados a ella, garantizando así que el diseño de todas las obras mencionadas anteriormente se lleve a cabo de acuerdo con los más altos estándares de normas internacionales de calidad y que las obras cumplen con los requisitos de rendimiento necesarios, particularmente con respecto a la durabilidad de la infraestructura civil, de las obras individuales y del suministro del sistema en todas las fases del ciclo de vida del proyecto (construcción, mantenimiento y gestión).

El Concesionario se compromete a que las obras se lleven a cabo de conformidad y coherencia de los documentos de diseño y que esos documentos serán preparados de acuerdo con:

(A) las leyes y reglamentos especificados en el documento: ET 01 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PRESTACIONALES.

(B) los documentos contractuales, incluidas las modificaciones en el transcurso del trabajo por variantes debidas a petición de la Supervisión de Obra o por el Concedente.

Para la elaboración de los Estudios Definitivos el Concesionario deberá realizar todos los estudios, investigaciones, encuestas e investigación más detallados y actualizados a los adjuntos en los estudios de Preinversión, que sean necesarios para una definición completa y precisa de las obras para garantizar una plena y total responsabilidad del diseño y de la construcción.

Respecto a las actividades de redacción de los Estudios Definitivos, las obligaciones del Concesionario incluyen, entre otros:

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"

3 de 50



(A) asegurar que todos los informes técnicos y cálculos, especificaciones, planos, manuales y cualquier otra información preparada por el Concesionario cumpla con los requisitos y especificaciones del Concedente.

(B) asegurar que la integridad, nivel de detalle y la coherencia de la documentación del proyecto sean suficientes para llevar a cabo el trabajo, por lo que al término de las obras se puedan entregar las garantías requeridas por el contrato.

(C) asegurar la aprobación de toda la documentación del proyecto por las autoridades pertinentes; por lo tanto el Concesionario deberá coordinar con todas las Autoridades y Organismos Públicos y Privados interesados en el proyecto y será responsable de obtener todas las aprobaciones necesarias que se refieren a la realización de los Estudios Definitivos.

(D) permitir a la Supervisión de Obra o cualquier otra entidad del Concedente, el acceso a la documentación del proyecto en cualquier momento del desarrollo del diseño y el nivel de finalización de los documentos;

(E) mantener constantemente informado al concedente y/o Supervisión de Obra del desarrollo de los documentos del proyecto;

(F) llevar a cabo una investigación suficiente para conocer el estado real de los sitios e identificar las limitaciones que pueda tener un impacto en el proyecto. Estas actividades, cuyo costo está incluido y pagado en el precio del contrato, incluyen, a modo de ejemplo y no con carácter exhaustivo, ensayos geotécnicos in situ y pruebas de laboratorio, catastro de los edificios e infraestructuras que interfieran con el proyecto, los cateos de sub-prospecciones arqueológicas y estudios ambientales y asesoramiento de expertos, así como lo que fuera necesario para la preparación del Estudio Definitivo de Ingeniería y la realización del contrato;

(G) asegurarse de que el equipo dedicado al diseño en todas las etapas de desarrollo del Estudio Definitivo de Ingeniería, esté constituido por profesionales calificados y con el nivel de experiencia y habilidades requeridas. Para este fin, el Concesionario, deberá calificar y someter a la aprobación del Concedente toda la estructura técnica que utilizará para las actividades de diseño. Esta estructura debe estar a disposición del proyecto, participando con sus representados en todas las reuniones convocadas por el Concedente o de otra entidad del Concedente en temas relacionados con el diseño, para toda la duración de la obra y hasta la recepción de la obra.

(H) entregar cualquier información adicional sobre los documentos de diseño elaborados en relación a las solicitudes de aclaración e integración del concedente, asegurando que en cualquier reunión sobre la actividad de diseño esté siempre presente un representante del proyectista, siempre calificado y con conocimientos adecuados.

(I) llevar a cabo el diseño de las obras de tal manera que, cuando se implementen, serán estructural y estéticamente adecuadas a los requisitos estipulados en las especificaciones técnicas del diseño de referencia del estudio de Pre-Inversión.

(L) En caso de inconsistencias y/o errores en los documentos de licitación del Concedente, en el diseño de referencia y en otros documentos entregados por ProInversión a lo largo del desarrollo del contrato, el Concesionario puede hacer cualquier reivindicación y solicitar algún



derecho como resultado de estas inconsistencias y / o errores, siendo de su responsabilidad el control de toda la documentación entregada por el concedente.

Por lo tanto el Concesionario deberá:

- Notificar al Concedente y Supervisión de Obra cualquier inconsistencia y / o errores en los 30 días siguientes a la recepción de los documentos;
- Revisar y actualizar, sin cargos adicionales ni costos para el Concedente, cualquier documento que no considere adecuado.

1.2 Normas técnicas de referencia

Las obras deberán estar diseñadas en conformidad con las normas estipuladas en las Especificaciones Técnicas y en los Estudios de Preinversión.

A menos que se especifique lo contrario, el diseño deberá cumplir con las normas apropiadas emitidas en los reglamentos y Leyes de Perú y en particular con las directrices del MTC (Ministerio de Transportes, Comunicaciones) MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento) y del AATE (Autoridad Autónoma del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao)

Si no existe una norma local o la norma aplicable no se especifica, se adoptará una norma o un código de prácticas apropiados y compatibles internacionalmente reconocidos.

Se deberá adoptar un conjunto de normas que se apliquen específicamente al diseño de elementos civiles y estructurales.

La jerarquía de las normas es el siguiente:

- a) Leyes y reglamentos nacionales del Perú y del MTC
- b) Normas ASTM (USA)
- c) Normas Europeas (EN)
- d) Estándares internacionales y Códigos de Buenas Prácticas

Además de las normas Peruanas – que están detalladas en el documento ET1 ESPECIFICACIONES TECNICAS PRESTACIONALES Punto 3 – hay que tener en cuenta también el "Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) aprobado por RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) donde se establecen las líneas guías para el diseño de Carreteras que son aplicables también para el diseño de una línea de metro .

Las normas que se utilicen deberán ser reconocidas internacionalmente y los estándares nacionales individuales sólo serán admisibles si su equivalencia con las correspondientes normas internacionales puede ser demostrada.

Todas las estructuras principales se diseñarán con las normas del MTC, ASTM y las siguientes normas internacionales:



- NFPA 130, Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems, 2010 edition.
- NFPA 101®, Life Safety Code®, 2009 edition.
- TCRP REPORT 100 - Transit Capacity and Quality of Service – manual, 2nd Edition, 2003
- TSI SRT. Technical specification of interoperability relating to safety in railway tunnels, European Commission Decision 2008/163/EC
- BS 5395, Stairs, ladders and walkways. Code of Practice for the design, construction and maintenance of straight stairs and winders
- UNIFER UNI 7360-74 Minimum distances from the fixed obstacles by the rolling material and the distances between the tracks
- Fichas U.I.C. 505 (partes 1 - 5).

Sistema de automatización y señalización

- 1) Decreto Supremo n°039-2010-MTC Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 2) DIN V 19250 Basic safety issues for control and instrumentation protective devices
- 3) EN 50082 - Electromagnetic compatibility. Generic immunity standard.
- 4) EN 50121-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Generality
- 5) EN 50121-2 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission of the whole railway system to the outside world
- 6) EN 50121-3-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Rolling stock. Train and complete vehicle
- 7) EN 50121-3-2 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock – Apparatus
- 8) EN 50121-4 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus
- 9) EN 50121-5 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus
- 10) EN 50124 Railway applications. Insulation coordination
- 11) EN 50125 Railway applications- Environmental conditions for equipment
- 12) EN 50126 Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
- 13) EN 50128 Railway Applications – Communications signalling and processing system – Software for railway control and protection system



- 14) EN 50129 Railway Applications – Communication, signalling and processing system – Safety-related electronic systems for signalling
- 15) EN 50155 Railway applications: Electronic equipment used on rolling stock
- 16) EN 50159-1:2001 Railway applications - Communication, signalling and processing systems -- Part 1: Safety-related communication in closed transmission systems
- 17) EN 50159-2:2001 Railway applications - Communication, signalling and processing systems -- Part 2: Safety related communication in open transmission systems
- 18) EN 50170:1996 General purpose field communication system
- 19) EN 60721 Classification of environmental conditions
- 20) EN 61287-1 Railway applications- Power convertors installed on board rolling stock - Part 1: Characteristics and test method
- 21) EN 61373 Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests
- 22) EN 61508 Functional safety of electrical /electronic/ programmable electronic safety-related systems
- 23) EN50155:2007 Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock
- 24) ENV 50129:1998 Railway applications - Safety related electronic systems for signaling
- 25) IEC / EN 60529 - Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- 26) IEC 60050 - International Electrotechnical Vocabulary. Electromagnetic Compatibility
- 27) IEC 60249-3-1 (1981-01) Base materials for printed circuits. Part 3: Special materials used in connection with printed circuits. Specification No. 1: Prepreg for use as bonding sheet material in the fabrication of multilayer printed boards
- 28) IEC 60332 - Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- 29) IEC 60754 - Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables
- 30) IEC 60870-5-1 Transmission Frame Formats
- 31) IEC 61000 - Electromagnetic compatibility (EMC).
- 32) IEC 61034 - Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions
- 33) IEC 61230 (1993-09) Live working - Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting



- 34) IEC 61347-2-5 (2000-10) Lamp control gear - Part 2-5: Particular requirements for d.c. Supplied electronic ballasts for public transport lighting
- 35) IEC 61643-1 Low-voltage surge protective devices
- 36) IEC 62128 - EN 50122 1 - Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing
- 37) NFPA 130 Standards for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems
- 38) NFPA 70 National Electrical Code
- 39) NFPA 72 National Fire Alarm and Signaling Code
- 40) R009-001:1997 Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Hazardous failure rates and Safety Integrity Levels (SIL)
- 41) UNI 7360:2010 Metropolitan railways - Kinematic load gauge and dynamic load gauge of rolling stock - Structure clearance and space between tracks
- 42) UNIFER - UNI 10257, luglio 1993 - Gestione automatica dei sistemi di trasporto di tipo metropolitano - *Requisiti essenziali relativi alla guida automatica senza macchinista a bordo (Gr. 3).*

Sistema de telecomunicaciones

- 1) BS 6840, Sound system equipment
- 2) Decreto Supremo n°039-2010-MTC
- 3) DECRETO SUPREMO N° 020-2007-MTC Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones
- 4) EN 50022
- 5) EN 50024
- 6) EN 50082 Electromagnetic compatibility. Generic immunity standard.
- 7) EN 50121 Railway applications. Electromagnetic compatibility
- 8) EN 50124 Railway applications. Insulation coordination
- 9) EN 50125 Railway applications- Environmental conditions for equipment
- 10) EN 50126 Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
- 11) EN 61000



- 12) ETS 300 086
- 13) ETS 300 342-2
- 14) ETS 300 392 TETRA Voz & Datos
- 15) ETS 300 393 TETRA Packed Data Optimised
- 16) ETS 300 394 TETRA Conformance Testing
- 17) ETS 300 395 TETRA Speech Codec for Full Rate Traffic Channel
- 18) ETS 300 396 TETRA Direct Mode Operation
- 19) ETS 300-113
- 20) IEC / EN 60529 Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- 21) IEC 1034-2
- 22) IEC 332-1
- 23) IEC 332-3
- 24) IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary. Electromagnetic Compatibility
- 25) IEC 60332 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- 26) IEC 60754 Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables
- 27) IEC 60849, Sound Systems for Emergency Purposes
- 28) IEC 61000 Electromagnetic compatibility (EMC).
- 29) IEC 61034 Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions
- 30) IEC 62128-1 - EN 50122 Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing
- 31) IEC 754-1/2
- 32) IEC-801-2
- 33) NFPA 130 Standards for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems
- 34) NFPA 70 National Electrical Code
- 35) NFPA 72 National Fire Alarm and Signaling Code
- 36) UIC 751-3 con respecto a los criterios de cobertura radio



37) UNI 7360:2010 Metropolitan railways - Kinematic load gauge and dynamic load gauge of rolling stock - Structure clearance and space between tracks

Sistema de mando centralizado de automatización y control

- 1) Decreto Supremo n°039-2010-MTC Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 2) EN 50082 Electromagnetic compatibility. Generic immunity standard
- 3) EN 50121-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Generality
- 4) EN 50121-2 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission of the whole railway system to the outside world
- 5) EN 50121-3-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Rolling stock. Train and complete vehicle
- 6) EN 50121-3-2 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock – Apparatus
- 7) EN 50121-4 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus
- 8) EN 50121-5 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus
- 9) EN 50124 Railway applications. Insulation coordination
- 10) EN 50125 Railway applications- Environmental conditions for equipment
- 11) EN 50126 Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
- 12) IEC / EN 60529 Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- 13) IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary. Electromagnetic Compatibility
- 14) IEC 60332-1 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- 15) IEC 60754 Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables
- 16) IEC 61000 Electromagnetic compatibility (EMC)
- 17) IEC 61034 Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions
- 18) IEC 62128-1 - EN 50122 Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing
- 19) NFPA 130 Standards for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems



20) NFPA 70 National Electrical Code

21) NFPA 72 National Fire Alarm and Signaling Code

22) UNI 7360:2010 Metropolitan railways - Kinematic load gauge and dynamic load gauge of rolling stock - Structure clearance and space between tracks

Sistema de Alimentación Eléctrica

- 1) ANSI / IEEE-386 IEEE Standard for Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600 V.
- 2) ANSI-C119.1 American National Standard for Electric Connectors— Sealed Insulated Underground Connector Systems Rated 600 Volts
- 3) BS EN 40-5 Lighting columns. Requirements for steel lighting columns
- 4) Código Nacional de Electricidad - RESOLUCION MINISTERIAL N° 366-2001-EM-VME
- 5) Decreto Supremo n°039-2010-MTC - Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 6) DIN 1045 Hormigón y hormigón armado, dimensionamiento, construcción
- 7) DIN 17121 Tubos (sección circular) de acero general de construcción, sin costuras; especificaciones para el suministro
- 8) DIN 18800, partes 1,2,3 y 7 Construcciones de acero
- 9) DIN 18801 Construcciones elevadas de acero; dimensionamiento, construcción, producción
- 10) DIN 43140 Hilos de contacto, especificaciones técnicas para el suministro
- 11) DIN 43141 Hilos de contacto, medidas y capacidad de carga permanente
- 12) DIN 48138 Aisladores
- 13) DIN 48200 Hilos para cables conductores
- 14) DIN 48201 Cables conductores
- 15) DIN 50976 Protección anticorrosiva a base de galvanizado al fuego
- 16) DIN 51150 Protección contra corrosión provocada por corrientes parásitas
- 17) DIN 57115 Parte 1 Ferrocarriles: Construcciones generales y protecciones generales de personas
- 18) DIN 57155, parte 3 Ferrocarriles: Normas especiales para equipos estacionarios de ferrocarriles.



- 19) DIN EN 10025 Aceros generales de construcción, norma de calidad
- 20) DIN VDV 0250, parte 602 Cables flexibles especiales
- 21) EN 50082 Electromagnetic compatibility. Generic immunity standard.
- 22) EN 50119 Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines
- 23) EN 50121-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Generality
- 24) EN 50121-2 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission of the whole railway system to the outside world
- 25) EN 50121-3-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Rolling stock. Train and complete vehicle
- 26) EN 50121-3-2 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock – Apparatus
- 27) EN 50121-4 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus
- 28) EN 50121-5 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus
- 29) EN 50123-1 Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear. General.
- 30) EN 50123-2 Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear - Part 2: D.C. circuit breakers.
- 31) EN 50123-3 Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear. Indoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches;
- 32) EN 50123-4 Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear. Outdoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches ;
- 33) EN 50124 Railway applications. Insulation coordination
- 34) EN 50125 Railway applications- Enviromental conditions for equipment
- 35) EN 50126 Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
- 36) EN 50149 Railway applications - Fixed installations - Electric traction - Copper and copper alloy grooved contact wires
- 37) EN 50160 Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks
- 38) EN 50163 Railway applications - Supply voltages of traction systems.



- 39) EN 50327 Railway applications. Fixed installations. Harmonisation of the rated values for converter groups and tests on converter groups;
- 40) EN 50328 Railway applications. Fixed installations. Electronic power converters for substations;
- 41) EN 50329 Railway applications - Fixed installations - Traction transformers
- 42) IEC / EN 60529 Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- 43) IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary. Electromagnetic Compatibility
- 44) IEC 60071 Insulation co-ordination
- 45) IEC 60076 Power transformers
- 46) IEC 60146-1 Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters.
- 47) IEC 60287 " Calculation of permissible current in cables at steady state rating" IEC 60332 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- 48) IEC 60502 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) –
- 49) IEC 60754 Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables
- 50) IEC 60840 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (Um = 36 kV) up to 150 kV (Um = 170 kV) - Test methods and requirements.
- 51) IEC 60947 Low-voltage switchgear and controlgear.
- 52) IEC 61000 Electromagnetic compatibility (EMC).
- 53) IEC 61000-3-2 Electromagnetic compatibility (EMC). Limits. Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)
- 54) IEC 61000-6-1 Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
- 55) IEC 61000-6-2 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments
- 56) IEC 61000-6-3 Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
- 57) IEC 61000-6-4 Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Emission standard for industrial environments



- 58) IEC 61034 Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions
- 59) IEC 62128-1 - EN 50122 Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing
- 60) IEC 62271-100 High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers
- 61) IEC 947-2 Interruttori automatici
- 62) IEEE-404 IEEE Standard for Extruded and Laminated Dielectric Shielded Cable Joints Rated 2.5 kV to 500 kV
- 63) IEEE-592 IEEE Standard for Exposed Semiconducting Shields on High-Voltage Cable Joints and Separable Connectors.
- 64) UIC 600 Electric traction with aerial contact line
- 65) VDE 0115 Railway Applications - Fixed Installations
- 66) VDE 0115, parte 1
- 67) VDV Schriften 501 parte 1 y parte 2 Protección anticorrosiva y protección de personas contra potenciales peligrosos en túnel
- 68) VDV Schriften 501 parte 1 y parte 2 Protección anticorrosiva y protección de personas contra potenciales peligrosos en túnel

Sistema de control de pasajeros

- 1) CEI 249-1, NFC 93-750 o equivalente: tarjetas impresas, materiales de base para las tarjetas impresas y los métodos de prueba necesarios.
- 2) CEI 326-2, NFC 93-702 o equivalente: componentes electrónicos, tarjetas impresas, métodos de prueba.
- 3) Decreto Supremo n°039-2010-MTC - Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 4) EN 12100-1 2003. Machinery – Basic terminology and methodology.
- 5) EN 12100-2 2003. Machinery – Technical principles and specifications
- 6) EN 301-489.
- 7) EN 302 291.
- 8) EN 50155.
- 9) EN 55022/55024.



- 10) EN 60204-1 2006 Safety of machinery. Eléctrical equipment of machines. General requirements.
- 11) EN 60950-1,
- 12) EN 61000-6-2 2005 Electromagnetic compatibility. Generic standards. Immunity standard for industrial environments.
- 13) EN 61000-6-3 2007 Electromagnetic compatibility. Generic standards. Emission standard for residential, commercial, and Light industrial environments.
- 14) EN-55022 o equivalente: componentes electrónicos, materiales de base para las tarjetas impresas, prescripciones generales.
- 15) ISO 14443A-B, 15693
- 16) ISO 7816
- 17) ISO/IEC 15457,
- 18) ISO/IEC 7810
- 19) ISO/IEC 7811
- 20) NF 16101,
- 21) NF 16102
- 22) NF C-90, 550 o equivalente: componentes electrónicos, generalidades, aleaciones, flujos y pastas utilizadas para soldadura blanda, definición apropiada de los productos.
- 23) NF C-93-706 o equivalente: componentes electrónicos bajo certificación de calidad, tarjetas impresas multicapas, compilación de especificaciones particulares de aprobación de habilidad.
- 24) NF C-93-713 o equivalente: componentes electrónicos, tarjetas impresas, prescripciones generales.
- 25) NF F-74-001 o equivalente: instalaciones fijas y material ferroviario, equipos electrónicos y microinformáticos.
- 26) UTE C 90-510 U o equivalente: componentes electrónicos, identificación codificada
- 27) UTE C 93-703 U. NFC 93-703 o equivalente: circuitos impresos, tarjetas impresas, prescripciones de dimensiones.
- 28) UTE C 93-751 U o equivalente: componentes electrónicos, materiales de base para las tarjetas impresas, compilación de especificaciones particulares.



Sistema de puertas de andén

- 1) BS 1449 Steel plate, sheet and strip, part 2. specification for stainless and heat-resisting steel plate, sheet and strip
- 2) BS 7608 :1993 Fatigue calculation
- 3) BS EN 60204-1 Safety of machinery- electrical Equipments of Machines
- 4) BS1474 Aluminium extrusion for Threshold
- 5) BS1615 Aluminium anodizing
- 6) BS3745 Corrosion resistance – results
- 7) BS4675 Mechanical vibration in rotating machine
- 8) BS5466 Corrosion resistance
- 9) BS5512 Specification for rolling bearings
- 10) BS6161 Abrasive resistance
- 11) BS6206/ Specification for impact performance requirements for flat glass and safety plastics for use in buildings
- 12) Decreto Supremo n°039-2010-MTC - Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 13) Directive CEE n°89-33 Electromagnetic Compatibility
- 14) EN 50121-1, 2, 3-1, 3-2, 4, 5 Railway applications Electromagnetic Compatibility
- 15) EN 50125-2 Environmental
- 16) EN 55022 Limits and methods of measurements of radio disturbance
- 17) EN 61000-4-11 Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity test
- 18) EN 61000-4-5 Surge immunity test
- 19) EN 61000-4-6 Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields
- 20) EN 61000-4-8 Power Frequency Magnetic Field Immunity Test
- 21) EN 61000-6-1, 6-2, 6-4, 4-12 Eléctric standards
- 22) EN16005 Automatic doors
- 23) IEC 60034-1 Rotating electrical machines
- 24) IEC 60034-11 Built in Thermal protection for electric motors rated up to 600 V ac



- 25) IEC 60085 and IEC 228 Eléctrical insulation, specification for conductors in insulated cables and cords.
- 26) IEC 60529 Degrees of protection (IP Codes)
- 27) IEC 60947-5-1, 11 Low voltage switchgear
- 28) IEC 62-257 Safety requirements
- 29) IEC 811-1-1-4 Methods of test for insulation and sheath of eléctrical cables and cords
- 30) NF P 01012 – NF P 01013 Test methods for Safety Barriers
- 31) SNCF Standards: relays type NS1 French Raii company Standard Safety relays
- 32) UNI 7508

Superestructura de la via

- 1) Decreto Supremo n°039-2010-MTC - Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 2) EN 13145:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traveses de madera
- 3) EN 13146-1:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Determinación del esfuerzo de retención longitudinal en el raíl
- 4) EN 13146-2:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Determinación de la resistencia torsional
- 5) EN 13146-3:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Determinación de la atenuación de las cargas de impacto
- 6) EN 13146-4:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Parte 4: Efecto de las cargas repetidas
- 7) EN 13146-5:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Determinación de la resistencia eléctrica
- 8) EN 13146-6:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Efectos de severas condiciones ambientales
- 9) EN 13146-7:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Determinación de la fuerza de serraje
- 10) EN 13146-8:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Métodos de prueba para los sistemas de fijación - Parte 8: Pruebas en servicio
- 11) EN 13230-1:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traveses y traviesas en hormigón - Requisitos generales



- 12) EN 13230-2:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traverses e travessines en calcestruzzo -Traversines monoblocco precomprimidas
- 13) EN 13230-3:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traverses e travessines en calcestruzzo -Traversines biblocco reforzadas
- 14) EN 13230-4:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traverses e travessines en calcestruzzo - Traverses precomprimidas para intercambios e cruces
- 15) EN 13230-5:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Traverses e travessines en calcestruzzo - Elementos especiales
- 16) EN 13231-1:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Aceptación de trabajos - Parte 1: Trabajos en binario con balasto - Piena línea
- 17) EN 13231-2:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Aceptación de trabajos - Parte 2: Trabajos en binario con balasto - Intercambios e cruces
- 18) EN 13231-3:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Aceptación de trabajos - Parte 3: Aceptación de trabajos de molienda, fresado e esmerillado de las vías
- 19) EN 13232-1:2004 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios e cruces - Definiciones
- 20) EN 13232-2:2004 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios e cruces - Requisitos para el proyecto geométrico
- 21) EN 13232-3:2004 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios e cruces - Requisitos para la interacción rueda/vía
- 22) EN 13232-4:2005 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios e cruces - Parte 4: Maniobra, bloqueo e control
- 23) EN 13232-5:2005 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios e cruces - Parte 5: Intercambios EN
- 24) EN 13232-6:2005 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios e cruces - Parte 6: Cueros fijos sencillos e dobles para cruces
- 25) EN 13232-8:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios e cruces - Parte 8: Dispositivos de dilatación
- 26) EN 13232-9:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Intercambios e cruces - Parte 9: Conjunto completo
- 27) EN 13450:2003 - Agregados para macizas para ferrocarril
- 28) EN 13481-1:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos de rendimiento para los sistemas de fijación - Parte 1: Definiciones



- 29) EN 13481-2:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestacionales per i sistemi di fissaggio - Parte 2: Sistemi di fissaggio per le traverse di calcestruzzo
- 30) EN 13481-3:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestacionales per i sistemi di fissaggio - Parte 3: Sistemi di fissaggio per le traverse di legno
- 31) EN 13481-4:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestacionales per i sistemi di fissaggio - Parte 4: Sistemi di fissaggio per le traverse di acciaio
- 32) EN 13481-5:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestacionales per i sistemi di fissaggio - Parte 5: Sistemi di fissaggio per i piastroni
- 33) EN 13481-7:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestacionales per i sistemi di fissaggio - Parte 7: Sistemi di fissaggio speciali per scambi, incroci e controrotaia
- 34) EN 13481-8:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestacionales per i sistemi di fissaggio - Parte 8: Sistemi di fissaggio per binari con elevato carico assiale
- 35) EN 13674-1:2008 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Rotaia - Parte 1: Rotaie Vignole di massa maggiore o uguale a 46 kg/m
- 36) EN 13674-2:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario- Rotaia - Parte 2: Rotaie per scambi e incroci utilizzate in accoppiamento con rotaie Vignole da 46 kg/m e oltre
- 37) EN 13674-3:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario- Rotaia - Parte 3: Controrotaie
- 38) EN 13674-4:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Rotaia - Parte 4: Rotaie Vignole di massa compresa fra 27 kg/m e 46 kg/m (escluso 46 kg/m)
- 39) EN 13803-1:2007 Aplicaciones ferroviarias - Parametri di progettazione dei tracciati del binario -Scartamento del binario 1 435 mm e maggiore - Parte 1: Piena linea.
- 40) EN 13803-2:2007 Aplicaciones ferroviarias - Parametri di progettazione dei tracciati del binario -Scartamento del binario 1 435 mm e maggiore - Parte 2: Scambi e incroci e situazioni di progettazione del tracciato paragonabili con cambi di curvatura discontinui
- 41) EN 13848-2:2006 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Qualità della geometria del binario - Parte 2: Sistemi di misura - Veicoli per la misurazione del binario
- 42) EN 13848-5:2008 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Qualità della geometria del binario - Parte 5: Livelli di qualità geometrica
- 43) EN 14587-1:2007 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Saldatura a scintillio delle rotaie - Parte 1: Rotaie di acciaio nuove R220, R260, R260Mn e R350HT in una installazione fissa



- 44) EN 14587-2 04/2009 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Soldadura a scintillio delle rotaie - Parte 2: Nueve rotaie di tipo R220, R260, R260Mn ed R350HT con macchine per soldadura mobili in postazioni diverse da un impianto fissa.
- 45) EN 14730-1 08/2006 Track.Welding of rails.Part.2.1: Approval of aluminothermic welding processes
- 46) EN 14730-2 08/2006 Track.Welding of rails.Part.2.2: Tests for qualification of aluminothermic welders, approval of contractor and acceptance of welds
- 47) EN 15594 04/2009-05-22 Track. Restoration of rail by electric arc welding
- 48) ENV 13481-6:2003 Aplicaciones ferroviarias - Binario - Requisitos prestazionali dei sistemi di fissaggio rotaia-traversa - Speciali sistemi di fissaggio rotaia-traversa per attenuazioni delle vibrazioni EN
- 49) UIC Code 719 R - Earthworks and Trackbed Layers for Railway Lines.
- 50) UNI 11143-3:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 3: Rumore ferroviario (Acoustics - Method to evaluate the acoustics impact and environment for different kinds of sources - Part 3: Railroad noise)
- 51) UIC 864 - Technical specification for the supply of rail seat pads

Normas y Reglamentos Peruanos aplicables y de manera complementaria las Normas Internacionales; si no existieran en el Perú, las Normas Internacionales serian de uso exclusivo:

- NFPA 130 Estándar sistemas de transporte ferroviario de pasajeros;
- NFPA 90A Normas para la instalación del aire acondicionado y sistemas de ventilación;
- NFPA 92A Estándar para sistemas de control de humos;
- NFPA 92B Estándar para sistemas de gestión de humos en centro comerciales, vestíbulos, y grandes espacios;
- NPFA Guía 204 estándar para humo y calor;
- NFPA 5000 Edilicia y código de seguridad. Manuales ASHRAE y normas de la sociedad americana de calefacción, enfriamiento y aire acondicionado ASHRAE 62-2007. SMACNA estándar construcción conductos 2005.
- Código NFPA 5000 para edilicia y seguridad, edición 2009.
- NFPA 101 Normas de seguridad, edición 2009.
- NFPA 13 Especificaciones para la instalación de sistemas de rociadores, edición 2007.



- NFPA 14 Estándar para la instalación de sistemas de tuberías rígidas y flexibles, edición 2007.
- NFPA 10 Estándar para Extintores portátiles, edición 2007.
- NFPA 24 Estándar para la instalación de redes privadas y a servicio de los Bomberos, Edición 2010.
- NFPA 25 Estándar para la inspección, el ensayo y el mantenimiento de instalaciones contra incendios, edición 2008.
- NFPA 130 Estándar para sistemas de transporte ferroviario de pasajeros.
- Las estaciones deben adecuarse a lo exigido en el DS 066-2007-PCM, Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Defensa Civil.

Hídrico Sanitario:

- NPC-National Plumbing Code;
- IPC - Plumbing Code internacional.
- ASPEN-American Society of mechanical engineers
- IT – Códigos europeos para instalaciones hidráulicas y de drenaje.

Los Estándares alternativos pueden ser propuestos, por el Concesionario, si puede ser demostrado satisfactoriamente que son equivalentes, en todos sus aspectos, a las normas antes mencionadas.

Dondequiera que dos o más normas se apliquen a la misma cuestión, o surjan conflictos entre los códigos o normas, se aplicará la más estricta. Y en línea de principio la norma específica tiene mayor jerarquía frente a la norma general.

Por lo tanto las normas específicamente nombradas en las especificaciones técnicas tienen mayor jerarquía que las normas generales.

Eventuales nuevas normas o modificaciones de las actuales (que se describen más adelante), después de la adjudicación del contrato objeto de concesión de esta licitación, se tendrán en cuenta en el desarrollo del diseño de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- El Concesionario informará al Concedente de cambios y / o actualizaciones sobre las leyes y reglamentos que se apliquen al proyecto;
- El Concedente evaluará el cumplimiento de las nuevas normas con respecto a los requisitos de rendimiento del proyecto y si es o no de aplicación al diseño en curso;
- En caso se apliquen nuevas normas, los cambios que se reflejen en el tiempo y el costo de la obra serán considerados como parte de los procedimientos para el reconocimiento de las



variaciones en el curso de la obra, según lo considerado en los artículos pertinentes del contrato de concesión.

1.3 Plan de Calidad del Diseño

En su Oferta, el Postor presentará un Plan de Calidad de Diseño, que comprende la parte "Organización General de la Calidad", los procedimientos de ejecución y los controles sobre las tareas principales del proyecto.

Dentro de los 30 días posteriores a la firma del contrato, el Concesionario deberá someter para la aprobación del Concedente, el Plan de Calidad de Diseño para ser incorporado al Contrato.

El documento deberá precisar:

- la estructura u organización del diseño incluidos los nombres de los responsables de cada una de las disciplinas de diseño;
- una descripción del flujo de los proyectos dentro de la organización;
- el "programa de entrega de documentos" (tanto para el Estudio Definitivo de Ingeniería como para la Ingeniería de Detalle de la ejecución de Obra)
- la lista de documentos que deben presentarse con la codificación respectiva;
- los métodos de gestión de proyectos de los requisitos básicos y responsabilidades consiguientes;
- el listado de software que se utilizará en el diseño;
- la planificación de las auditorías y revisiones del diseño;
- las responsabilidades y los procedimientos de registro de las actividades de auditorías y revisión, incluso en el caso de las actividades de diseño a terceros;
- el listado de actividades de diseño y los subcontratistas (si corresponde).

En el Plan de Calidad de Diseño, se debe prestar especial atención a la descripción de las medidas que el Concesionario tomará para asegurar una coordinación eficiente y eficaz de los diseñadores y una integración multidisciplinaria eficiente y eficaz de toda la actividad de diseño.

El Plan de Calidad de Diseño se actualizará si es necesario, al aprobar el diseño de la primera fase con la entrega del programa de emisión de los documentos del Estudio Definitivo de Ingeniería..

• 1.2.1 Control del Diseño

El Concesionario deberá establecer y mantener procedimientos para el control y la verificación del diseño de los productos objeto del Contrato, a fin de asegurar que los requerimientos especificados se tengan en cuenta y se incluyan correctamente en los planos, informes, en la



información para detalles de fabricación, en los procedimientos de prueba e inspección y en las hojas cálculo.

- 1.2.2. Planeamiento del diseño y asignación de actividades

El Concesionario deberá elaborar programas en los que se identifique la responsabilidad para cada actividad de diseño y desarrollo. Los planes deberán describir y relacionar estas actividades; y deberán actualizarse de acuerdo con el avance de los diseños. Las actividades de diseño y de verificación deberán ser planeadas y asignadas a personal calificado y provisto con los recursos adecuados.

Para lograr este objetivo el Concesionario debe entregar un cronograma con el plazo de cada actividad, el nexo funcional entre las diferentes actividades de diseño y la fecha de entrega de cada documento. El cronograma estará acompañado de un informe que explique las opciones tomadas.

- 1.2.3 Interfaz organizacional y técnica

El Concesionario deberá identificar claramente las relaciones entre los diferentes grupos, organizaciones y técnicos. La información requerida para este propósito deberá documentarse, transmitirse y revisarse periódicamente.

- 1.2.4 Datos de entrada para el diseño

El Concesionario deberá asegurarse de que los requerimientos de entrada para los diseños se identifiquen y se documenten cuidadosamente y de que se revisen oportunamente, para verificar si son los apropiados. En caso de que haya requisitos en conflicto, ambiguos o incompletos, esta situación deberá resolverse de común acuerdo con los responsables de establecer dichos requisitos.

- 1.2.5 Datos de salida del diseño

Los datos de salida del diseño deberán documentarse y expresarse en términos de planos, memorias de cálculo, procedimientos, especificaciones, etc., de tal manera que cumplan con los requerimientos de entrada del diseño, que contengan o refieran los criterios de aceptación, que estén conformes con los requerimientos de regulaciones apropiadas, ya sea que estos hayan sido indicados o no en la información de entrada. Igualmente, deberán identificarse aquellas características del diseño que sean decisivas para la seguridad y el funcionamiento adecuado de las obras y los equipos.

- 1.2.6 Verificación del Diseño

El Concesionario deberá planificar, establecer, documentar y asignar al personal competente las funciones de verificación del diseño.



La verificación del diseño deberá establecer o determinar si los datos de salida del diseño cumplen con los requerimientos de entrada del diseño. Esta verificación deberá efectuarse por medio de medidas de control de diseño, tales como: registro y conservación de las revisiones del diseño, ejecución de ensayos y demostraciones de calificación, realización de cálculos alternativos y comparación de los nuevos diseños con diseños similares ya probados.

- 1.2.7 Cambios de Diseño

El Concesionario deberá controlar los cambios y las modificaciones al diseño que sean originados por el Supervisor de Obra, por el Concesionario o por otros contratistas, proveedores de materiales y componentes, o subcontratistas, para asegurarse de que cumplan totalmente con lo requerido en los planos y las especificaciones; además, deberá identificar, controlar y documentar las desviaciones y omisiones de los documentos de diseño y las adiciones o cambios a los mismos: estos cambios deberán someterse a la aprobación de Supervisor de Obra.

EL Concesionario deberá establecer y mantener procedimientos para la identificación, documentación, revisión y aprobación de todos los cambios y modificaciones.

1.4 Fases de producción de los Estudios Definitivos

El Concesionario deberá desarrollar los Estudios Definitivos de acuerdo con las siguientes fases de producción:

- a) Estudio Definitivo de Ingeniería (EDI) ó Estudios de Ingeniería de Detalle Fase 1
- b) Ingeniería de Detalle de la Ejecución de Obra ó Estudios de la Ingeniería de Detalle Fase 2
- c) Planos Conforme a Obra (As Built)

Cada fase de diseño debe ser aprobada por el Supervisor de Obra.

Estudios Definitivos. Son el conjunto de:

- Estudios de Ingeniería de Detalle Fase 1 que el Concesionario desarrollará previo al inicio de la Etapa de Ejecución de Obras,
- Estudios de la Ingeniería de Detalle Fase 2, que el Concesionario desarrollará durante la Ejecución de Obras, y
- Los planos As-built (Planos Conforme a Obra) que el Concesionario desarrollará al final de la Ejecución de Obra (Fase 3).

Ingeniería de Detalle Fase 1.

Es el estudio de la ingeniería que desarrollará el Concesionario previo al inicio de la Etapa de Ejecución de Obras, es decir el Estudio Definitivo de Ingeniería (EDI), que deberá ser consistente con las Especificaciones Técnicas Básicas contenidas en el Proyecto Referencial, complementadas por las especificaciones adicionales presentadas por el Concesionario en su



Expediente Técnico. La Ingeniería de Detalle Fase 1 incluirá: estudios, memoria descriptiva, diseño, especificaciones técnicas detalladas, planilla de metrados, Cronograma Detallado, diagrama PERT-CPM que muestre la ruta crítica de la ejecución de las Obras, planos del proyecto y planos de replanteo. La Ingeniería de Detalle Fase 1 también incluirá, para efectos meramente informativos, un presupuesto detallado por partidas, análisis de precios unitarios, cantidades y costos de insumos requeridos.

El Estudio Definitivo de Ingeniería (EDI) podrá realizarse y aprobarse parcialmente (por tramos), para agilizar la construcción de las obras; los EDI's parciales deberán ser entregados para revisión y aprobación al Regulador y al Concedente con una antelación no inferior a los noventa (90) días calendarios respecto al inicio del hito de obra correspondiente, de acuerdo al Cronograma de Construcción de Obra aprobado.

Ingeniería de Detalle Fase 2.

Son los estudios de ingeniería que desarrollará el Concesionario durante la Etapa de Ejecución de Obras, que deberá ser consistente con las Especificaciones Técnicas Básicas contenidas en el Proyecto Referencial, complementadas por las especificaciones adicionales presentadas por el Concesionario en su Expediente Técnico. La Ingeniería de Detalle fase 2 incluirá: estudios, memoria descriptiva, diseño, especificaciones técnicas detalladas, planilla de metrados, Cronograma Detallado, diagrama PERT-CPM que muestre la ruta crítica de la ejecución de las Obras, planos del proyecto y planos de replanteo. La Ingeniería de Detalle Fase 2 también incluirá, sin que la siguiente lista sea limitativa, la Ingeniería Detallada Constructiva (Planos de construcción y montaje, Croquis, cálculos, Memorias descriptivas, Planos de Fabricación en Taller), Declaración de procedimientos, FACS (Fichas de acción de calidad), listas, gráficos, catálogos de todo tipo, hojas de datos, muestras, manuales de operación y mantenimiento de todas las instalaciones.

As-built (Planos Conforme a Obra) Fase 3.

Son los Planos de Construcción que se actualizarán durante o al final de la construcción para delinear el estado real de la obra en los lugares respectivos. Los Planos Conforme a Obra contendrán todos los adicionales, modificaciones y aclaraciones realizados en los Planos de Construcción incluyendo, pero no limitados, a los que se realicen bajo aclaraciones de planos por el Jefe de Obra, modificaciones, y toda la información adicional que sea necesaria para la construcción de la obra, y que no se haya indicado en los Planos de Construcción. En los Planos Conforme a Obra también deberán ubicar en ellos todas las instalaciones existentes encontradas durante la ejecución, así como la ubicación final de la obra, objeto del contrato. La ubicación exacta de las obras objeto del contrato y existentes deberá ser determinada por medio de relevamiento topográfico. Los planos as built además serán parte del Fascículo de la Obra juntos a los manuales de todos los equipos.

1.5 Requerimientos de las presentaciones de los Estudios Definitivos

El Concesionario desarrollará los Estudios Definitivos y presentará en tiempo y forma la documentación completa para cada parte de la obra, de acuerdo con lo establecido en la ET correspondiente.

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Centro de Lima y Callao"



Las "Presentaciones" deberán formar parte de un conjunto completo y ordenado, que responda a un índice general para todo el proyecto, redactado en castellano, con toda la información necesaria para facilitar su comprensión y revisión.

Se requiere el aporte y la utilización de los siguientes softwares para la confección de los documentos del proyecto.

- Microsoft Office 2007 (Outlook, Word, Excel, Access, PowerPoint, Project, etc.)
- Autocad 2010 o superior
- Adobe Acrobat 7.0 o superior

En su versión final, todos los documentos deberán entregarse en original, dos copias firmadas (o más según lo requerido por el listado de los entregables), con sello profesional (si corresponde) y archivo en disco compacto (CD) o en otro soporte digital.

El Concesionario será responsable por la elaboración de más copias firmadas y con sello profesional, en caso sean requeridas para aprobación de los entes públicos.

Los documentos que requieran fotografías, figuras o esquemas gráficos deben ser parte integrante del texto y no archivos diferentes que requieran ser integrados.

Los archivos en formato digital deberán ser divididos entre dos principales formatos: editables y no editables.

Los editables serán presentados en el formato original de producción del archivo. Los no editables serán presentados en formato PDF y listos para su impresión de la misma forma que el archivo editable.

Los nombres de los archivos grabados deberán tener el mismo nombre que el que se asigne a la viñeta del plano, para ser individualizados de manera rápida y sin complicaciones. Cada vez que se cambie el archivo deberá ser actualizado el carácter que identifica de forma única la revisión. No pueden existir dos archivos diferentes con el mismo nombre.

Los archivos de texto estarán en castellano, excepto que sean normas o leyes originales en otro idioma, y en Word 2007.

Todos los documentos serán entregados por vía oficial mediante carta con listado anexo y en formato digital según lo especificado anteriormente, asimismo será necesario que esté completamente foliado, incluidos los separadores e índices.

Se puede adelantar entregas no oficiales en forma digital por medio de internet o FTP u otro medio informático: ninguna entrega puede ser solamente en forma digital sin respaldo en físico y en papel.

El costo de los documentos entregados así como de las copias y del soporte digital está incluido en el precio de contrato.



1.5.1 Informes técnicos y descriptivos

A GENERAL

Para la redacción de todos los documentos técnicos (informes, especificaciones, presupuestos etc.) se utilizará Microsoft Office 2007 (Outlook, Word, Excel, Access, PowerPoint, Project, etc.)

Todos los documentos técnicos (informes, especificaciones, etc.) que tengan hojas de datos, listados y tablas elaboradas en Excel deberán ser incorporadas, como copia o imagen, al texto en Word, de tal manera que se trabaje con un solo archivo, pero también se deberán adjuntar los archivos originales, ya sean Excel, Power Point, etc. En la copia del disco compacto (CD) también deben ir grabados los archivos originales de donde provengan las tablas, figuras, esquemas, planos incorporados al documento en Word.

B CARATULA

Cada Informe llevará una carátula con su número de identificación, registrándose en ella:

- El nombre del informe
- El responsable de redacción, de elaboración y de aprobación del informe
- Fecha de emisión original
- Registro de sucesivas emisiones de revisión con fecha y firma de los responsables.

C INDICE

Todos los Informes llevarán un índice, donde deben registrarse los distintos párrafos que la componen permitiendo su identificación y ubicación.

En la versión original de la memoria, las hojas se numerarán correlativamente (hoja "n" de "m").

C REVISIONES.

En caso de modificaciones del informe, el informe recibe un nuevo número de revisión que se indica en la carátula.

El nuevo informe sustituye completamente la versión precedente.

Se deberán registrar y especificar en la carátula las modificaciones efectuadas en cada revisión con fecha y firma de los responsables.

1.5.2 Informes de cálculo

A. GENERAL

Las memorias de cálculo se deberán presentar completas para cada unidad estructural, entendiendo como tal por ejemplo una cámara, un pozo de ataque, túneles, estaciones, etc. No se aceptarán presentaciones parciales de una unidad estructural.



B. CONTENIDO

En la ejecución de las Memorias de cálculo deberá tenerse en cuenta el ordenamiento de los ítems indicados en el presente Capítulo, pudiéndose agregar los que se consideren necesarios pero manteniendo el orden que se detalla a continuación:

1. Carátula:

Cada Memoria de Cálculo llevará una carátula con su número de identificación, registrándose en ella:

- El nombre de la unidad estructural
- Responsable del cálculo
- Fecha de emisión original
- Registro de sucesivas emisiones de revisión con fecha y firma de los responsables.

2. Índice:

Toda Memoria de cálculo llevará un índice, donde deben registrarse los distintos ítems que la componen permitiendo su identificación y ubicación.

En la versión original de la memoria las hojas se numerarán correlativamente.

Para las revisiones, ver el punto C REVISIONES.

3. Objeto y alcance:

Se establece en este ítem el objeto de la memoria y se identifican los sectores y/o elementos que la componen. Deberá esquematizarse la ubicación de lo involucrado en el cálculo, mediante sombreado en un plano general.

4. Introducción:

En este ítem deberán indicarse los datos generales y los criterios básicos y/o métodos de análisis a utilizar en la memoria de cálculo.

5. Bibliografía y referencia:

Debe indicarse en forma clara la bibliografía utilizada en el desarrollo de los cálculos, enumerando a su vez las normas, reglamentos, informes o documentos involucrados en la elaboración de la memoria. Deben indicarse las referencias correspondientes a los datos de diseño y a partes de otras memorias de cálculo que se correspondan.

6. Materiales:

En este ítem deben especificarse los materiales utilizados en el diseño, así como también sus propiedades estructurales de interés (tensiones de fluencia, tensiones de rotura, módulo de elasticidad, tensiones admisibles, etc.). La norma a cumplir por los materiales debe ser compatible con la norma de Cálculo Estructural.

Se deberá verificar la durabilidad de todos los elementos componentes.

7. Datos e Hipótesis de Diseño:

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"

28 de 50



Se deberá indicar como mínimo:

- Suelos: datos utilizados, interpretación de los sondeos y justificación de los parámetros adoptados para los cálculos.
- Características geotécnicas de los suelos.
- Nivel freático
- Niveles piezométricos
- Cargas de diseño adoptadas para las fases provisoria (construcción) y definitiva (operación) durante la vida de la obra.

8. Geometría:

Debe indicarse claramente la geometría, con vistas y cortes que definan la estructura a los efectos del cálculo.

9. Análisis y combinación de acciones:

Teniendo en cuenta los datos e hipótesis de diseño, normas y reglamentaciones, deberán analizarse individualmente cada una de las acciones y sus combinaciones.

10. Modelo estructural adoptado:

Una vez efectuado el análisis indicado en el ítem 9, se definirá el o los modelos matemáticos a emplear en el análisis estructural.

11. Determinación de las solicitaciones:

Para los estados de carga determinados en el ítem 9 y con el modelo estructural definido según el ítem 10, se determinarán las solicitaciones a que estará sometida la estructura.

Se deberá incluir:

- La estabilidad general y las solicitaciones a corto y largo plazo de las estructuras.
- La estabilidad a corto y largo plazo de los taludes y fundaciones.

Los programas que se utilicen (softwares) serán previamente presentados al Concedente para su información, quien podrá solicitar toda la información complementaria que considere necesaria.

En el anexo se incluirá una copia de la entrada de datos y salida de resultados.

Si el análisis es realizado manualmente, los cálculos deben ser desarrollados de manera que sean fácilmente verificables, suficientemente detallados en cuanto al método seguido, referencias y datos de entrada. Deberá completarse el presente ítem con un resumen de las solicitaciones determinadas en el cálculo.

12. Dimensionamiento y/o verificación.

A partir del resumen de solicitaciones del ítem 11 se realizarán las verificaciones establecidas en la norma que se utilice.

Se deberá verificar también la fisuración de las estructuras y la estanqueidad de las juntas.



Cuando corresponda se deberán realizar cálculos de asentamientos y deformaciones.

13. Detalles Constructivos:

En la memoria de cálculo y como complemento del dimensionamiento indicado en el ítem 12, en los casos de aplicación, se acompañarán detalles constructivos tales como:

- Detalles especiales de armado
- Detalles de uniones metálicas
- Análisis de nudos
- Detalles particulares que faciliten la ejecución de planos.

C. REVISIONES

Para el caso particular de agregados, anulaciones y/o modificaciones que deban incorporarse en la memoria de cálculo, deberá tenerse en cuenta el siguiente procedimiento:

- a) Realizada una modificación, la memoria de cálculo recibe un nuevo número de revisión que se indica en la carátula.
- b) En el caso de que la modificación no obligue al agregado o anulación de hojas, las hojas modificadas reciben el número correspondiente a la revisión.
- c) Si se debiera agregar una o más hojas, a continuación de la hoja número n, las hojas agregadas se numerarán como sigue:
 - La primera hoja agregada: n/1
 - La segunda hoja agregada: n/2
 - La "m" hoja agregada: n/m
- d) Si se debiera anular una o más hojas, esto se indicará en el índice agregando un asterisco al lado del número de la hoja anulada. En la hoja anterior a la(s) anulada(s) se indicará la(s) siguiente(s) anulada(s).
- e) Se deberán registrar y especificar en la carátula las modificaciones efectuadas en cada revisión con fecha y firma de los responsables.

1.5.3 Presupuestos

A GENERAL

Para la redacción de los *presupuestos* se puede utilizar cualquier programa específico pero la salida será también en archivo de formato Excel.

El presupuesto deberá realizarse detalladamente para cada parte de la obra (WBS) y detallado, además, por partidas (obras civiles, instalaciones no ferroviarias, instalaciones ferroviarias y material rodante); deberá incluir análisis de precios unitarios, listado de precios,



equipos mínimos.

B CARATULA

Cada presupuesto llevará una carátula con su número de identificación, registrándose en ella:

- El nombre de la parte de obra a que se refiere el presupuesto
- Responsable de redacción, de elaboración y de aprobación
- Fecha de emisión original
- Registro de las emisiones sucesivas de revisión con fecha y firma de los responsables.

C REVISIONES.

En caso de modificaciones del presupuesto, la nueva versión recibe un nuevo número de revisión que se indica en la carátula.

La nueva versión sustituye completamente a la versión precedente.

Se deberán registrar y especificar en la carátula las modificaciones efectuadas en cada revisión con fecha y firma de los responsables.

2 INGENIERIA DE DETALLE FASE 1

La Ingeniería de Detalle fase 1 deberá ser consistente con las Especificaciones Técnicas y los Estudios de Preinversión.

Los contenidos de la Ingeniería de Detalle fase 1 deberán desarrollarse a un nivel de detalle tal que en la Ingeniería de Detalle fase 2 no hayan diferencias técnicas ni de costos.

Esta fase de proyecto deberá incluir en línea indicativa y no exhaustiva:

Estudios de base

Estudios y levantamientos complementarios:

- Levantamientos topográficos: Especificaciones técnicas detalladas, informe técnico, planos con el respaldo de modelo 3D del terreno.
- Estudios geognósticos y pruebas de laboratorio: informe del plan de estudios complementarios, especificaciones técnicas detalladas de las diferentes metodologías de investigación y pruebas, informe técnico de devolución de los resultados de la investigación de campo y de laboratorio.



- Estudios sobre las edificaciones e infraestructuras interferidas: informe del plan de estudios, informe técnico con los resultados de las fichas de estudio, plantas y secciones de los edificios críticos.
- Estudios de los servicios subterráneos: informe técnico, plantas y secciones de los servicios subterráneos intervenidos.
- Estudios Arqueológicos: informe técnico, planos de estudio.

Geología - geotecnia - hidrogeología

- Informe geológico, geomorfológico e hidrogeológico.
- Informe geotécnico.
- Planimetría, perfiles y secciones geotécnicas – geomecánicas con ubicación de los estudios y de las obras.

Hidrología e hidráulica

- Informe hidrológico e hidráulico.

Reubicación de la redes de utilidad pública

- Informe técnico, planos (escala 1:500/200), secciones transversales y longitudinales (1:200), detalles de construcción, especificaciones técnicas detalladas de las intervenciones.

Reubicación de los sistemas viales interferidos por la construcción de las obras

- Informe técnico, planos (escala 1:500), secciones transversales y longitudinales (1:200), detalles de construcción, especificaciones técnicas detalladas de las intervenciones.

Preparación de los lugares donde se realizarán las obras

- Informe técnico
- Planimetría de las fases de realización de los trabajos de operación y mitigación (Escala 1:500/1000), secciones transversales y longitudinales, detalles.

Expropiaciones-PACRI

- Informe técnico
- Planos (escala 1:500)

Documentos generales de la infraestructura

- Plano Clave (escala 1:20 000).
- Planimetría general de proyecto (escala 1:10 000 – 1:5 000).
- Diseño del gálibo: informe técnico y planos.



- Trazado de vía: informe técnico, planimetría (escala 1:1000) y perfiles longitudinales (1:500), secciones transversales tipológicas (1:50), secciones transversales actuales (1:200).
- Superestructura de vía: informe explicativo, secciones tipo del binario, standard tipológicos de armamento (tradicional y masivo), especificaciones técnicas detalladas.

Diseño obras civiles

Túnel de línea

- Diseño geométrico de las secciones tipo de línea (escala 1:50), detalles con indicación del sistema de drenaje y del montaje de las instalaciones de línea y los equipos de seguridad.
- Diseño de túneles realizados con TBM: informe técnico de la selección de la tuneladora, informe de cálculo geotécnico y estructural, geometría general del anillo y geometría de las dovelas (escala 1:50), planos tipológicos de armadura, detalles de construcción de las inserciones, de las juntas e impermeabilización, especificaciones técnicas para la excavación mecanizada.
- Diseño de túneles realizados con métodos convencionales (NATM): informe de cálculo geotécnico y estructural, planes con secuencias de excavación, planos con los soportes de primera fase para cada clase de sólidos (escala 1:50), planos del revestimiento definitivo (escala 1:50) y de los tipológicos de armadura, detalles constructivos, especificaciones técnicas detalladas del proceso.
- Diseño de túneles y rampas realizadas en Cut & Cover: informe de cálculo geotécnico y estructural, planos y secuencia constructiva de excavación, planos de estructuras de contención y estructuras provisionales (escala 1:100), planos del revestimiento definitivo (escala 1:100) y de los tipológicos de armadura, detalles constructivos, especificaciones técnicas detalladas del proceso.

Estaciones, pozos de emergencia ventilación y patios

- Diseño y funcional e interfaces con sistemas integrales: informe técnico, plantas (escala 1:200) y secciones transversales y longitudinales (1:100).
- Diseño arquitectónico, acabados y comunicación visual: informe técnico, planos (escala 1:200) y secciones transversales y longitudinales (1:100), planos de ubicación de las áreas comerciales, detalles de la construcción y especificaciones técnicas detalladas de las obras arquitectónicas.
- Diseño de inserción urbana y paisajismo: informe técnico y planos (escala 1:500 y 1:200).



- Diseño de métodos constructivos: informe técnico, planos y secuencia constructiva.
- Diseño geotécnico y estructural de estructuras de contención y estructuras provisionales: informes de cálculo, detalles de la construcción, planos (escala 1:100) y secciones transversales y longitudinales (1:100), especificaciones técnicas detalladas de las estructuras de contención y estructuras provisionales
- Diseño estructural de estructuras permanentes: informes de cálculo, detalles de construcción, planos y secciones transversales y longitudinales de las estructuras de hormigón armado y de las estructuras metálicas (escala 1:100), especificaciones técnicas detalladas de las estructuras permanentes.
- Diseño de los sistemas de drenaje e impermeabilización: planos y secciones transversales y longitudinales, detalles de construcción, especificaciones técnicas detalladas.

BRA (Building Risk Assessment = Evaluación del Riesgo de Construcción) para las obras subterráneas

- Informe técnico y de cálculo de asentamientos y deformaciones del terreno, planos con identificación de la cuenca de hundimiento producida por las excavaciones.
- Análisis de los posibles daños a las edificaciones: planos con la identificación de las clases de daños a los edificios.
- Diseño de los sistemas de monitoreo: informe técnico, planos, especificaciones técnicas detalladas de los instrumentos de medición y el sistema de gestión de datos de monitoreo.
- Diseño de las intervenciones de consolidación y preservación de los edificios en riesgo: informe técnico y de cálculo, planos, especificaciones técnicas detalladas de las intervenciones en el proyecto.

Diseño de instalaciones no ferroviarias (túnel, estaciones, pozos de emergencia y ventilación, talleres y patios)

- Diseño de sistemas de ventilación en las obras de línea y estaciones: Informes técnicos, informe de cálculo, análisis CFD (Computational Fluid Dynamic), especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño del sistema de termo ventilación y acondicionamiento de los talleres: informe técnico y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño del sistema de iluminación en las obras de línea: informe técnico, informe de cálculo y simulaciones de iluminación, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.



- Diseño del sistema de iluminación en las estaciones: informe técnico, informe de cálculo y simulaciones de iluminación, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño del sistema de iluminación en los talleres y cocheras: informe técnico, informe de cálculo y simulaciones de iluminación, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño del sistema de distribución de potencia en túnel: informe técnico, informe de cálculo y simulaciones de potencia, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño del sistema de emergencia de línea: informe técnico y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño de las instalaciones de protección contra incendio en el túnel, estaciones, talleres y cocheras, pozos de emergencia y ventilación: informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño de las instalaciones eléctricas en las estaciones y en los talleres-cocheras: (cabina mt/bt, grupo estático de continuidad, paneles de distribución de energía, tomas de corriente, líneas de alimentación eléctrica) informe técnico, informe de cálculo y simulaciones eléctricas, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño de las instalaciones mecánicas en las estaciones y en los talleres-cocheras: (escaleras mecánicas, ascensores, montacargas, sistema de recolección y elevación de las aguas claras y negras) informe técnico y de cálculo, especificaciones técnicas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño de las instalaciones hídrico-sanitarias y servicios higiénicos en las estaciones y en los talleres-cocheras (agua industrial, agua potable fría y agua caliente sanitaria): informe técnico y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño de sistema anti-intrusión en las estaciones y los talleres-cocheras: informe técnico y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño de puesta a tierra en el túnel, estaciones, talleres-cocheras y pozos de emergencia y ventilación: informe técnico y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño de instalaciones especiales en los talleres-cocheras: informe técnico y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.
- Diseño de equipos en los talleres-cocheras:



- equipo de lavado de coches,
- equipo de reposición de arena,
- equipo de tratamiento de aguas del lavado de coches,
- equipo de distribución de combustible,
- torno en fosa
- máquina para la elevación de los trenes,
- grúas y plataformas giratorias,
- máquina de pintura,
- máquina de lavado de inmersión,
- máquina de lavado bajo carrocería,
- banco de prueba de equipos neumáticos,
- sistemas móviles de diagnóstico

Para todos los equipos, informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos y esquemas lógicos/funcionales.

Diseño de instalaciones ferroviarias y del material rodante

- Documentos generales del sistema integral: informe técnico con descripción de los requisitos funcionales (marcha automática, flexibilidad en operación, inversión automática en las estaciones terminales, puesto central de supervisión, recuperación de tren con falla en línea, seguridad, sistema de control), informe técnico-descriptivo del confort de los pasajeros, informe técnico-descriptivo de situaciones de emergencia, informe con simulación de plan de evacuación.
- *Material rodante*: informe técnico, especificaciones técnicas detalladas, planos del material rodante.
- Diseño del sistema de telecomunicaciones: informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos específicos.
- Diseño del sistema de mando centralizado de automatización, control e instalaciones de supervisión: informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos específicos.
- Diseño del sistema de automatización integral: informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos específicos.
- Diseño del sistema de señalización: informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos específicos.
- Diseño de alimentación eléctrica: informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos específicos.



- Diseño de subestaciones eléctricas rectificadoras: informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos específicos.
- Diseño de catenaria: informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos específicos.
- Diseño de sistema de control de pasajeros: informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos específicos.
- Diseño de sistema de puertas de andén: informes técnicos y de cálculo, especificaciones técnicas detalladas, planos específicos.

Cronograma Detallado

En vía preventiva el concesionario debe actualizar el programa temporal detallado del proyecto referencial según su proyecto y su experiencia de construcción.

El cronograma debe tener en cuenta estos principios fundamentales:

- Respetar el tiempo propuesto para la realización de los tramos, de las estaciones, del taller y si es posible reducirlo.
- Disminuir el impacto en el tejido vial de la ciudad.
- Minimizar el impacto en el medio ambiente en lo que se refiere a ruido, polvo y vibraciones.
- Minimizar el impacto en las actividades económicas alrededor de la construcción y en las vías y plazas involucradas.
- Realización de una modelación de los efectos del proyecto en el tráfico de la ciudad de Lima.

Los efectos del proyecto en el tráfico de la ciudad de Lima y Callao deberán ser simulados a través de un programa de simulación de tráfico.

La modelación debe ser efectuada sobre la base de datos de tráfico de la ciudad de Lima incluidos en los estudios preliminares; además serán efectuadas las medidas de tráfico local para actualizar el modelo de tráfico.

La modelación debe ser realizada con un programa de análisis de tráfico de adecuada calidad como por ejemplo:

VISSUM, TRANUS, AIMSUM, CUBE, PARAMICS u otros de similar naturaleza.

Después de la construcción y validación del modelo de tráfico, se simulará el efecto de las restricciones del tráfico conectadas a la ejecución de los trabajos según el crono programa planeado.

El concesionario debe minimizar los efectos de las restricciones de tránsito en las vías por efecto de los trabajos incluyendo también modificaciones del programa de trabajo, tendrá que

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"



proponer adecuadas medidas de mitigación de los efectos a través de soluciones viarias, de desviación del tráfico, de modificaciones temporales de las vías y la implementación de señalizaciones diferentes.

El concesionario debe además preparar una planificación donde se analizan las rutas críticas de la ejecución de obras a través de un sistema adecuado como un diagrama PERT-CPM u otro programa similar.

Se recomienda también la utilización del programa espacio-tiempo (chemin de fer) más adecuado para el análisis de proyectos lineares.

El concesionario deberá efectuar un adecuado análisis de riesgo para evaluar los efectos de un retraso u otro evento no esperado que pueda verificarse a lo largo de la ejecución de la obra y además proporcionar las soluciones o las medidas de mitigación.

Para las tareas que proporcionan una interrupción o una limitación del tránsito se deberá entregar un diseño de las modificaciones del tejido vial alrededor del lugar de trabajo y las consiguientes medidas de mitigación.

Las soluciones y las medidas de mitigación en fase preliminar deberán ser concordadas con la Gerencia de Transporte Urbano de la Ciudad de Lima o de Callao a través de la Supervisión de Obra.

Planilla de metrados de todas las obras:

La Ingeniería de Detalle en la Fase 1 incluirá un presupuesto detallado por partidas (obras civiles, instalaciones no ferroviarias, instalaciones ferroviarias y material rodante), análisis de precios unitarios, cantidades y costos de insumos requeridos.

3 INGENIERÍA DE DETALLE FASE 2

3.1 Generalidades

La Ingeniería de Detalle en la fase 2 deberá comenzar tan pronto como la Ingeniería de Detalle fase 1 haya obtenido las aprobaciones contempladas en el **CAPÍTULO 2** y tendrá que desarrollarse de manera que no se perjudique el cumplimiento de los términos contractuales. En caso de que se procediera a la entrega anticipada de Obras Civiles y que por tanto, el constructor de dichos trabajos diera inicio inmediato a los trabajos después de la firma del Contrato de Concesión, la Ingeniería de Detalle Fase 2/Constructiva debe comenzar en paralelo con la preparación de Ingeniería de Detalle en su fase 1, dando paso a las aprobaciones parciales de los planos de detalle y quedando entendida la responsabilidad final del Concesionario respecto a la aprobación de la Ingeniería de Detalle en su totalidad.

La Ingeniería de Detalle fase 2 deberá desarrollar la Ingeniería de detalle fase 1 con el nivel de detalle necesario para permitir la correcta ejecución de las obras y la adquisición de los



suministros: en ningún caso los planos de la Ingeniería de Detalle fase 2 pueden tener un nivel de detalle inferior a los planos correspondientes de la Ingeniería de detalle en la primera fase.

Cuando lo requieran estas Especificaciones Técnicas o el Supervisor de Obra, o cuando esté implícito en la naturaleza de los trabajos a ejecutar, el Concesionario presentará al Supervisor de Obra la documentación técnica que es parte de la Ingeniería de Detalle que se requiera para su aprobación y/o revisión.

El término "Presentaciones de Ingeniería de Detalle", en adelante Presentaciones, según se utiliza en estas especificaciones incluye, sin que la siguiente lista sea limitativa, la Ingeniería Detallada Constructiva (planos de construcción, croquis, cálculos, memorias descriptivas, planos de fabricación en taller), Declaración de procedimientos, FACS (Fichas de acción de calidad), listas, gráficos, catálogos de todo tipo, hojas de datos, muestras.

Las Presentaciones deberán estar incluidas en un programa general a ser entregado por el Concesionario, compatible con el programa de construcción. Dicho programa debe ser presentado al inicio de la Ingeniería de Detalle y por lo menos 60 días antes del inicio de las obras de construcción, como parte de una revisión general del Diseño de Planeación.

El Concesionario conservará en todo momento en el sitio de las obras una carpeta completa con todas las Presentaciones originales aprobadas.

3.2 Administración

El Concesionario deberá someter a la aprobación del Concedente las Presentaciones de Ingeniería de Detalle entregando el soporte magnético acompañado de una (1) copia impresa de los planos en formato original (A1) y tres (3) copias de los planos en formato reducido (A3), realizar dichas Presentaciones sin demoras y cronológicamente en concordancia con el Programa de Construcción aprobado. Asimismo deberá tener presente el plazo de 30 días corridos que dispone el Supervisor de Obra para el análisis y aprobación de cada Presentación, de manera que no se generen demoras en la Obra. El Concesionario deberá tener en cuenta que el proceso de revisión y aprobación conlleva la probabilidad de que se necesiten documentos técnicos adicionales pedidos por el Supervisor de Obra.

Los trabajos que requieran Presentaciones no podrán realizarse sin haber recibido una calificación que le permita proceder como se indica a continuación. Una copia de las presentaciones una vez analizada y verificada se devolverá al Concesionario con alguna de las siguientes inscripciones:

1. "APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN"
2. "APROBADO CON COMENTARIOS - PROCEDER Y PRESENTAR NUEVAMENTE"
3. "REVISADO CON OBSERVACIONES; CORREGIR Y PRESENTAR NUEVAMENTE."
4. "RECHAZADO".

La calificación "APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN" significa que el Concesionario puede proceder a la ejecución del trabajo. La calificación "APROBADO CON COMENTARIOS -

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"



PROCEDER Y PRESENTAR NUEVAMENTE" significa que el Concesionario podrá proceder con la condición de que acepta sin cargo al Concedente lo indicado en los comentarios y que volverá a presentar la documentación dentro de los 5 días hábiles para recibir la calificación "APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN". La inscripción "REVISADO CON OBSERVACIONES, CORREGIR Y PRESENTAR NUEVAMENTE" se hará con explicaciones y/u observaciones, pero bajo ningún concepto podrá el Concesionario proceder. Toda corrección indicada en un documento deberá considerarse como una corrección necesaria para cumplir con los requisitos del Contrato y de las Especificaciones Técnicas.

Cuando el contenido de la presentación no responda a los requisitos descritos en el párrafo anterior, la misma será devuelta al Concesionario con la inscripción "RECHAZADO", con un plazo máximo de 5 (cinco) días hábiles para volver a presentar la documentación completa, corregida según corresponda.....

El Concesionario es el único responsable de la calidad y grado de terminación de los elementos que el Concesionario y sus sub contratados presentan para aprobación, por lo tanto las Presentaciones deberán ser exhaustivamente revisadas por el Concesionario antes de elevarlas al Concedente. Esta revisión implica la verificación de la implementación de todos los requerimientos de la Obra y los Documentos Contractuales en estricta concordancia con lo dispuesto en las Especificaciones Técnicas. El Concesionario deberá indicar en el escrito de transmisión al Supervisor de Obra que cada Presentación se hace en estricta conformidad a esta sección y que todo lo presentado ha sido revisado por el Concesionario y que cumple con los requisitos del Contrato.

La revisión y aprobación de las Presentaciones por parte del Concedente no liberará al Concesionario de su responsabilidad en el caso de que se detecten a posteriori errores u omisiones en las mismas.

La revisión y aprobación efectuada por el Concedente no liberará de la responsabilidad al Concesionario en caso de que existan divergencias entre las Presentaciones y los requerimientos de los Documentos Contractuales.

La revisión y aprobación por el Concedente no liberará de la responsabilidad al Concesionario por los errores que pudiera haber cometido este último y que no se hubieran advertido en la revisión por parte del Concedente.

La responsabilidad ante el Concedente por cualquier perjuicio que pudiera derivarse de un deficiente cálculo estructural será asumida por el Concesionario.

El Concesionario guardará una copia aprobada de cada Presentación en el sitio de las Obras.

Las Presentaciones deberán incluir e indicar los materiales, métodos de construcción y fijación, diagramas de erección, montaje, conexiones, notas explicativas y demás informaciones necesarias para la terminación y ejecución de la Obra. Cuando un ítem o equipo se complementa o conecta con otros ítems o equipos, se deberá indicar que tales ítems han sido coordinados, sin tener en cuenta que su suministro e instalación ya hayan sido contemplados en la ET correspondiente a los ítems adyacentes.



Los ajustes que realice el Concedente sobre las Presentaciones de Ingeniería de Detalle no podrán provocar variaciones en los Precios del Contrato. Si el Concesionario considerara que los ajustes afectan los valores de la Obra, deberá comunicar el hecho por escrito al Concedente antes de empezar los trabajos.

Los requerimientos para la Presentación de las Declaraciones de Procedimientos constructivos serán iguales a los requerimientos de todas las demás Presentaciones, sin embargo estas Presentaciones no requerirán la aprobación del Supervisor de Obra. El Supervisor de Obra podrá hacer observaciones sobre estas Presentaciones y enviarlas al Concesionario con carácter meramente ilustrativo, quien, en todos los casos, deberá ratificar haber recibido, leído y entendido las observaciones del Supervisor de Obra, las que en ningún momento se podrán utilizar como causal de modificaciones del Contrato.

3.3 Requerimientos de las presentaciones de Ingeniería de Detalle

El Concesionario desarrollará la Ingeniería de Detalle y presentará en tiempo y forma la documentación completa para cada parte de la obra, de acuerdo con lo establecido en la ET correspondiente.

Las "Presentaciones" deberán formar parte de un conjunto completo y ordenado, que responda a un índice general para todo el proyecto, redactado en castellano, con toda la información necesaria para facilitar su comprensión y revisión.

La Ingeniería de Detalle se desarrollará luego de que el Concesionario actualice el diseño geométrico planialtimétrico del trazado, incluyendo el diseño estructural del túnel de la línea, la ubicación precisa de las estaciones, pozos, obstáculos e interferencias, y todo otro ajuste realizado sobre el EDI (Estudio Definitivo de Ingeniería) respetando las restricciones de los parámetros del diseño funcional detallados en la ET 01 "Especificaciones Técnicas Prestacionales", que el Concesionario proponga y el Concedente apruebe.

La Ingeniería de Detalle comprende:

- Índice General
- Memorias Descriptivas, Procedimientos constructivos y Memorias de cálculo.
- Planos de ejecución, de montaje y de detalles.
- Folletos, Esquemas, diagramas, ilustraciones, etc.
- Demás informaciones que deberá presentar el Concesionario para justificar el dimensionamiento de las diferentes partes de las obras y definir los detalles constructivos de las mismas ya sean provisorias o definitivas.

El nivel de desarrollo de la Ingeniería de Detalle deberá ser el adecuado para la realización en el sitio de todos los trabajos en el proyecto, incluyendo todos los esquemas de montaje y



fabricación, planos de taller (shop-drawings), detalles constructivos y especificaciones técnicas detalladas.

Como parte de Ingeniería de Detalle, es responsabilidad del Concesionario:

- Desarrollar el proyecto de acuerdo con el Estudio Definitivo de Ingeniería (EDI), adaptando el diseño a los eventuales requisitos proporcionados por el Concedente y por las Autoridades competentes en la fase de evaluación y aprobación del EDI.
- Elaborar toda la documentación necesaria para la autorización de la ejecución de obras estructurales, incluidos los diseños del hormigón armado, la lista de barras de armadura, los proyectos de los elementos prefabricados, los diseños de las carpinterías de acero, entre otros.
- Desarrollar en escala adecuada, todos los detalles constructivos, tales como columnas, escaleras, pavimentos, instalaciones y similares, identificados y numerados de acuerdo con los diseños arquitectónicos, de manera que se permita a la Supervisión de Obra realizar todas las verificaciones de proyecto y los controles en obra durante la construcción.
- Elaborar toda la documentación necesaria para la aprobación de parte del departamento de bomberos y otras autoridades gubernamentales competentes en el ámbito de la seguridad contra incendios, instalaciones eléctricas y mecánicas, hidráulicas, de ventilación y aire acondicionado.
- Tener en cuenta las condiciones reales del lugar, verificando que el proyecto es edificable en todos los aspectos relativos al equipamiento y los suministros de maquinaria, a las condiciones de accesibilidad y a la instalación de equipos en obra.

3.4 Planos de construcción

Una vez aprobada el Estudio Definitivo de Ingeniería (EDI) y previo al comienzo de las obras, el Concesionario procederá a la preparación de los Planos de Construcción con el fin de acomodar EDI a la situación real que se dé en el momento de la ejecución. El Concesionario presentará Planos de construcción debidamente acotados y con los detalles necesarios para la correcta ejecución de todas las estructuras a construir.

Como condición previa al inicio de los trabajos, los Planos de Construcción deberán recibir la aprobación del Concedente.

El hecho de que el Concedente haya indicado en su proyecto interferencias existentes, no liberará al Concesionario de su responsabilidad de determinar si existen otras interferencias en el predio de los trabajos y la real situación de los mismos.

No obstante cualquier información entregada por el Concedente al Concesionario, éste deberá solicitar a las Prestadoras de Servicios Públicos toda la información referida a las instalaciones existentes que pudieran interferir con la obra a ejecutar.



Los Planos de Construcción de las obras se harán sobre la base de toda la documentación obtenida, procurándose adoptar la solución más conveniente, y que presente la menor probabilidad de requerir modificaciones ulteriores.

Los planos se ajustarán a la Norma ISO 216 y a las Normas Técnicas Peruanas de dibujo Técnico, y tendrán un tamaño máximo igual al correspondiente al formato A1.

La revisión y aprobación que efectúe el Concedente de las presentaciones suministradas por el Concesionario no eximirá a éste de su íntegra responsabilidad por la exactitud de los datos y dimensiones, y conformidad con las Especificaciones Técnicas. El Concesionario asume la responsabilidad total y el riesgo de cualquier error que contengan los documentos elaborados por él. Cualquier elaboración u otro trabajo realizado con anterioridad a la recepción y aprobación por el Concedente, correrá íntegramente por cuenta y riesgo del Concesionario.

La aprobación que preste el Concedente a cálculos realizados por el Concesionario, significará que han sido realizados conforme a las indicaciones generales establecidas en la documentación contractual. El Concedente no asume ninguna responsabilidad por los errores de cálculo que pudiera haber cometido el Concesionario y que no se adviertan en la revisión, subsistiendo en consecuencia la responsabilidad del Concesionario, que será plena por el trabajo realizado.

La responsabilidad ante el Concedente por cualquier contingencia o perjuicio que pudiera derivarse del cálculo deficiente de las estructuras será asumida por el Concesionario.

Los Planos de Construcción deberán conservarse en la obra y actualizarse durante la construcción, y deberán ponerse en todo momento a disposición de la Supervisión de Obra.

Los Planos de Construcción a incluir en las presentaciones son (lista no limitativa):

- Planos de los obradores y servicios canalizados provisionales.
- Planos de construcción de los servicios públicos desplazados.
- Planos de estructuras de sostenimiento provisorio y de estabilización del fondo de excavaciones.
- Planos de encofrado y armaduras de todas las estructuras de hormigón, realizados in situ o pre moldeados.
- Planos de los hormigones de 2ª etapa, con la indicación de las piezas fijas requeridas por los equipamientos, y los insertos y/o placas para soldar a dejar en el hormigón de 1ª etapa para la fijación y el ajuste de aquéllas.
- Planos de excavación y relleno.
- Planos de rehabilitación y paisajismo de los lugares afectados por las obras
- Planos de estructuras metálicas.
- Planos de uniones mecánicas.
- Planos de procesos constructivos.



- Planos de montaje y desmontaje de los equipos.

Los planos presentados sin la previa o simultánea presentación de la memoria de cálculo correspondiente serán rechazados.

3.5 Planos de taller

Se considerarán Planos de Taller a aquellos planos confeccionados en las fábricas incluyendo los dibujos de catálogos de materiales y/o equipos. Estos deberán ser presentados al Concedente para su aprobación cuando así se le indique al Concesionario en las Especificaciones Técnicas.

3.6 Manual de operación y mantenimiento

El Concesionario preparará un Manual de Operación y Mantenimiento (que es el mismo fascículo de mantenimiento o manual de mantenimiento requerido en la ET 06 "Higiene y Seguridad en el Trabajo") con todas las instrucciones que fueren necesarias y detalles de procedimiento pertinentes para orientar en su labor al personal del Concesionario encargado de la operación y el mantenimiento de las instalaciones y contendrá como mínimo lo requerido a continuación.

El manual poseerá una sección separada con la descripción de los procedimientos de operación normal y de emergencia de todos los equipos y dispositivos que abarquen el suministro del presente Contrato, e incluirá diagramas fáciles de interpretar para mejor comprensión de la información descrita.

Se describirá e ilustrará el procedimiento de montaje, ajuste, operación y desarmado de cada componente, sistema y máquina.

También se describirán las operaciones de mantenimiento de cada componente, incluso las frecuencias de inspección y lubricación recomendadas.

En el manual figurará la lista completa de los planos (conforme a la obra) preparados por el Concesionario y la lista de repuestos presentadas en su Oferta y certificadas por el fabricante para 2 años a partir de la fecha de vencimiento del periodo de garantía.

El Manual incluirá copias reducidas de los planos principales de conjunto, así como catálogos y prospectos técnicos de componentes provistos por terceros.

4 PLANOS CONFORME A OBRA (AS BUILT) FASE 3

Está a cargo del Concesionario la preparación de un archivo constantemente actualizado con el Cuaderno de Obras que muestre fielmente los datos de las obras como realmente se han construido (condición de las instalaciones, dimensiones y detalles de los trabajos realizados).

El Cuaderno de Obras se debe mantener en el lugar de la obra. Una copia digital y dos copias impresas del Cuaderno de Obras deberán ser presentadas a la Supervisión de Obra antes del inicio de la inspección final de las obras.



Del mismo modo, el Concesionario deberá elaborar un archivo de Planos Conforme a Obra, que muestre todos los trabajos tal como se realizaron, y los presentará a la aprobación de la Supervisión de Obra antes de la realización de las supervisiones finales para la recepción de las obras.

Se considerarán como "Planos Conforme a Obra" a los Planos de Construcción que se actualicen durante la construcción para delinear el estado real de la obra en los lugares respectivos. Los Planos Conforme a Obra contendrán todos los adicionales, modificaciones y aclaraciones realizados en los Planos de Construcción incluyendo, pero no limitados a los que se realicen bajo aclaraciones de planos por el Supervisor de Obra, Modificaciones al Contrato, y toda la información adicional que sea necesaria para la construcción de la obra, y que no se haya indicado en los Planos de Construcción.

Los Planos Conforme a Obra también deberán contener la ubicación de todas las instalaciones existentes encontradas durante la ejecución, así como la ubicación final de la obra, objeto del contrato. La ubicación exacta de las instalaciones nuevas y existentes deberá ser determinada por medio de relevamiento topográfico.

4.1 Entrega de los Planos Conforme a Obra

Previamente a la firma del **acta de recepción provisoria de las obras**, el Concesionario deberá entregar a la Supervisión de Obra los planos conforme a obra terminada, mediante DVD conteniendo los mismos en sistema de dibujo asistido por computadora – formato de intercambio Autocad (dwg) en la versión que indique la Supervisión de Obra - y un juego de originales de dichos planos en film poliéster debidamente firmados, con 2 (dos) juegos de copias.

El Concesionario deberá contar con el servicio de operadores de Autocad con suficiente experiencia verificable como para preparar y mantener actualizados los Planos de la obra. Dicha experiencia deberá ser en proyectos de tamaño y naturaleza similar a la obra a ejecutarse.

En lo que respecta al equipamiento electromecánico, los planos Conforme a Obra llevarán en el mismo archivo digital una planilla en la que aparezcan los datos característicos técnicos principales de los equipos detallados.

Los Planos conforme a Obra deberán cumplir con las siguientes normas mínimas:

- A - El formato responderá a la Norma ISO 216 y el tamaño será A1 como máximo.
- B - Llevarán la carátula o membrete establecido en el Plan de Calidad del Diseño aprobado.
- C - Plano índice general de la obra.



5 PROGRAMA DETALLADO DE CONSTRUCCIÓN

5.1 GENERALIDADES

El programa detallado de construcción es el programa que va a detallar y actualizar el cronograma de la obra entregado en el Estudio Definitivo de Ingeniería.

1) Queda expresamente entendido y convenido que la fecha de inicio, ritmo de avance, fechas intermedias de hitos y fecha de finalización de la obra constituyen una condición esencial del presente Contrato. La obra deberá ejecutarse con el ritmo de avance requerido para evitar que se produzca cualquier demora en las fechas de cumplimiento previstas en el Contrato. Por lo tanto el programa detallado de construcción no puede modificar estos elementos si no hay variantes aprobadas al Contrato. En el contrato se especificarán las multas que se pueden aplicar al Concesionario por atraso o incumplimiento de los hitos o de las fechas de finalización establecidas.

2) Durante todo el tiempo del Contrato, el Concesionario empleará personal idóneo para la programación de la obra. Dicho personal deberá contar con antecedentes verificables como responsable principal de la preparación y seguimiento de programas detallados de obras de similar envergadura y características que la del presente Contrato. La persona a cargo de dicha programación deberá asistir a todas las reuniones relacionadas con la programación y avance de los trabajos.

3) Por lo menos 30 (treinta) días antes la fecha del comienzo de las obras el Concedente llevará a cabo una reunión (ver ET 03 "Reuniones oficiales del Proyecto", cláusula 1.4) en la que el Concesionario deberá discutir los detalles de la programación de la obra. En la misma, el Concesionario presentará la metodología de programación propuesta, así como el orden global de realización de las operaciones de esta obra y la metodología con que propone cumplir con los requerimientos de esta sección.

5.2 PROCEDIMIENTOS

A. El Concesionario deberá preparar y presentar al Supervisor de Obra el Programa detallado de Construcción conforme lo estipulado en esta sección de ET.

El Programa de Construcción deberá contener un Diagrama Detallado de Red (CPM), de la forma descrita en el inciso G.

El Programa de Construcción del Concesionario deberá mostrar las fechas previstas para el comienzo y terminación de cada actividad involucrada en cada parte o sección de la obra, debiendo mostrar como actividades, aquellas Presentaciones relacionadas a actividades que se encuentren en el camino crítico de la obra, permitiendo un plazo mínimo de treinta (30) días corridos para que el Supervisor de Obra analice y apruebe cada una de dichas Presentaciones. El Concesionario también deberá presentar un listado independiente de todas las demás Presentaciones requeridas en virtud del Contrato (no críticas), en el que figure la fecha en que prevea realizar cada Presentación, permitiendo



también un plazo mínimo de treinta (30) días corridos para que el Supervisor de Obra analice y apruebe dichas Presentaciones y sus eventuales revisiones.

- B. Las actividades de la obra deberán preverse en el Programa de Construcción con suficiente detalle como para asegurar que se ha planificado adecuadamente la obra, y de manera que, a criterio exclusivo del Supervisor de Obra, proporcione una base adecuada para el seguimiento y *evaluación del avance* de la obra debiendo ordenarse en forma subsidiaria al ordenamiento global arriba mencionado.

A cada actividad se le cargarán todos los recursos correspondientes incluyendo, materiales, equipos, maquinarias, mano de obra, subcontratos, y sus costos correspondientes.

- C. Dicho Programa consistirá de una Red (CPM) preparada según el método del Camino Crítico, y el correspondiente gráfico de barras detallado incluyendo como mínimo:

1. La fecha prevista por el Concesionario para el inicio y finalización de las actividades del Estudio Definitivo de Ingeniería y otras presentaciones críticas, permitiéndose un plazo de 30 días corridos para la evaluación y aprobación del Supervisor de Obra. Las actividades de ingeniería deberán estar vinculadas a las barras (actividades) del Programa de Construcción.
2. Las fechas de terminación contractuales de cualquier hito estipulado en la documentación contractual.
3. La fecha prevista para el inicio y finalización de actividades de por lo menos las actividades siguientes, divididas por Etapa 1 y Etapa 2:
 - Acontecimientos relevantes dentro de la construcción (hitos).
 - Movilización y desmovilización
 - Preparación y limpieza del terreno
 - Plantas de dovelas – Instalación de planta y fabricación dovelas
 - Trincheras
 - Cola de Maniobra
 - Compra, fabricación, transporte y desembarco de las TBMs
 - Pozos de partida de las TBMs
 - Estaciones
 - Montaje de las TBMs en los pozos de partida
 - Construcción (excavación) de los tuneles
 - Extracción y desmontaje de las TBMs
 - Pozos entre estaciones
 - Superestructura ferroviaria



- Montaje de Vías
- Electrificación y equipamientos ferroviarios
- Patios - Obras Civiles, superestructura ferroviaria y catenaria, sistemas y control)
- Entrega material rodante
- Pruebas en vacío
- Fecha de Inicio operación

La lista de tipos de actividades arriba mencionada es meramente ilustrativa y no es limitativa.

4. Las Presentaciones requeridas, permitiéndose un plazo de 30 días corridos para la evaluación de cada una por el Supervisor de Obra, incluyendo pero no limitado a:
 - Incluir un programa detallado para la Presentación de la Ingeniería Detallada y demás Presentaciones.
 - Los programas detallados de fabricación de las TBMs.
 5. Las fechas de arribo de equipos importantes.
 6. Programa para las Presentaciones de muestras.
 7. Gestiones de importante envergadura para el proyecto ante repariciones y/o empresas públicas o privadas (permisos de construcción, etc.).
 8. Ensayos particulares y/o generales en fábrica y/o en obra de los equipos e instalaciones ejecutadas.
 9. Prueba de todas las instalaciones.
 10. Limpieza de la obra y retiro de las instalaciones provisionales del sitio de la obra.
 11. Indicación de los importes parciales y acumulados a certificar trimestralmente para el total de la obra (curva de certificación).
 12. Las diferentes recepciones (provisoria y definitiva)
- D. El Programa de Construcción deberá mostrar la secuencia lógica, duración e interdependencia de las actividades requeridas para la realización completa de todos los trabajos. El Programa de Construcción del Concesionario deberá comenzar con la fecha de emisión de la Orden de Inicio y finalizar con la fecha de Inicio Operación. Una vez aceptado y/o aprobado, el Programa de Construcción inicial será el Programa Base, el cual se utilizará para futuras comparaciones con los Programas de Construcción actualizados mensualmente conforme el apartado 1.1 H. de esta ET, que serán los Programas de Avance.
- E. Las observaciones que efectúe el Supervisor de Obra sobre cualquier Programa no eximirán al Concesionario de cumplir con todos los requisitos establecidos en la Documentación Contractual. Se considerará que dichas observaciones sólo tienen por



finalidad verificar su concordancia con los requisitos de programación determinados por la Documentación Contractual.

F. El Diagrama Detallado de Red (CPM) deberá proveer un plan factible para la realización de los trabajos, establecer y mostrar con claridad los elementos críticos de la obra, pronosticar la fecha de Inicio Operación, coincidiendo su duración con la del Contrato. En caso de que el Concesionario proponga un plazo menor al contractual, este deberá ser demostrado, y aprobado por el Concedente. En este caso el Concedente se reserva el derecho de modificar el plazo contractual o añadir una actividad de flotación *al final* que ocasione que el programa finalice en la fecha contractual. Además del Diagrama Detallado de Red, el Concesionario deberá presentar los siguientes informes junto con la Presentación original:

1. Informe de Actividades Predecesoras y Sucesoras, ordenadas por Fecha de Inicio temprana, y otro informe igual pero ordenado por código de actividad.
2. Informe de Actividades, ordenadas por código de actividad.
3. Un diagrama de barras en el que figuren las fechas programadas para cada actividad, ordenado por Fecha de Inicio temprano.

Todos los requisitos de esta Subcláusula F los entregará el Concesionario en informes impresos acompañados por los archivos electrónicos del Programa de Construcción en el formato de Microsoft Project última versión oficial o Software de Programación equivalente que haya sido previamente aprobado por el Supervisor de Obra. En el caso que el Concesionario elija un Programa que no sea MS Project, y previa aprobación del Supervisor de Obra, deberá suministrar una copia legal para el uso exclusivo del Supervisor de Obra, debiendo mantener dicho software actualizado.

G. El Programa de Avance será actualizado mensualmente y deberá recibir la aprobación del Supervisor de Obra. Para las actividades comenzadas pero aún no terminadas, el Programa de Avance reflejará el porcentaje de terminación en la forma convenida entre el Concesionario y el Supervisor de Obra, junto con una estimación del plazo restante. La actualización mensual del Programa de Avance deberá contener una copia de lo siguiente:

1. Un gráfico de barras en el que figure la fecha prevista y la fecha de cumplimiento efectivo de cada actividad.
2. El Diagrama de Red Actualizado (CPM).
3. Hacer constar los cambios que hayan ocurrido desde la Presentación del programa anterior:
 - Alcance de los cambios más importantes
 - Actividades modificadas desde la Presentación anterior
 - Proyecciones progresivas revisadas y finalizadas
 - Otros cambios identificables
4. Proporcionar un informe de Avance mensual, y además:
 - Áreas con problemas, demoras anticipadas y el impacto sobre el programa.



Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"

- Correcciones recomendadas y sus efectos.
- Efecto de los cambios sobre los programas de sub Contratistas principales.

Todos los requisitos de esta Subcláusula G los entregará el Concesionario en informes impresos, además de todos los archivos electrónicos como lo anteriormente requerido.

- H. Deberá presentarse un Programa de Avance en cualquier momento que indique el Supervisor de Obra. Una vez aprobada cualquier Modificación, o una vez emitida cualquier Orden del Supervisor que contenga una Modificación, la modificación aprobada deberá figurar en la actualización siguiente del Programa de Avance que presente el Concesionario como actividad aparte y con vinculación lógica a las actividades.
- I. En el supuesto de que cualquier parte de la obra, entrega de equipos o materiales, o cualquier Presentación del Concesionario se encuentre retrasada con respecto al último Programa de Avance, y esto incida en la fecha de finalización de la obra postergándola hasta una fecha posterior a la Fecha de Finalización establecida en el Contrato, el Concesionario deberá presentar inmediatamente un Plan de recuperación de Plazo por escrito a satisfacción del Supervisor de Obra, con el fin de finalizar la obra en la Fecha de Finalización vigente del Contrato.



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.03 – Reuniones oficiales del proyecto



Índice

1	GENERALIDADES.....	3
1.1	DESCRIPCIÓN.....	3
1.2	DOCUMENTOS RELACIONADOS	3
1.3	ADMINISTRACIÓN	3
1.4	REUNIÓN PREVIA A EL COMIENZO DE LAS OBRAS	3
1.5	REUNIONES DE AVANCE DURANTE LA OBRA (SEMANALES).....	4
1.6	REUNIONES EXTRAORDINARIAS	5



1 GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN

La ET incluye:

- Reunión previa al comienzo de la construcción.
- Reuniones periódicas y cualquier otra a pedido del Supervisor de Obra o del Contratante.

1.2 DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Programa de Construcción
- ET 02 Estudios Definitivos - Contenidos mínimos y plazos de entrega
- ET 09 Obradores

1.3 ADMINISTRACIÓN

1) El Supervisor de Obra confeccionará un programa de las reuniones que se habrán de realizar con respecto a la obra y se ocupará de la administración de las mismas a medida que se produzcan avances en los trabajos.

2) El Supervisor de Obra preparará una agenda de cada reunión.

3) El Concesionario, conforme a la ET 09 Obradores, proveerá las salas de reuniones adecuadas.

4) El Supervisor de Obra llevará un registro de las minutas, que incluirán entre otras cosas los acontecimientos de mayor importancia, las decisiones y las acciones asignadas a las partes.

5) El Supervisor de Obra reproducirá y distribuirá entre los participantes las copias de las minutas de la reunión anterior al principio de cada reunión regular. Estas copias serán firmadas sin excepción por el Representante del Concesionario y por el Supervisor de Obra antes de ser distribuidas a los participantes.

1.4 REUNIÓN PREVIA A EL COMIENZO DE LAS OBRAS

1) Por lo menos 30 (treinta) días antes la fecha del comienzo de las obras el Concedente convocará a una reunión entre el Concesionario y el Concedente y el Supervisor de Obra a fin de discutir y determinar los procedimientos administrativos a aplicar durante la ejecución de la obra.

2) Asistirán como mínimo el Supervisor de Obra y el Representante Técnico del Concesionario.

3) El Concedente determinará el lugar y hora de la reunión y notificará a las partes convocadas con 5 días de anticipación.



4) La agenda incluirá los siguientes temas, cuya lista no es limitativa:

A exponer por el Concesionario:

1. El estado de avance del el Programa detallado de Construcción
2. El estado de avance del Programa de Presentaciones de la Ingeniería de Detalle, incluidos los planos de ejecución.
3. Programa de suministros de los equipos que se utilizarán en la obra.
4. Vigilancia de la zona.
5. Programa de Higiene y Seguridad.

5bis. Programa de Seguridad para la excavación de los Túneles

6. Programa para el Control de la Calidad (P.C.C.)
7. Modelo de Parte Diario del Concesionario
8. Organigrama de la obra

A exponer por el Supervisor de Obra:

- a) Procedimientos de las comunicaciones entre las partes / Modelos de Orden de Ejecución y otros modelos de cartas para comunicaciones entre las partes.
- b) Requerimientos de servicios provisionales, obrador, señalización, oficinas, galpones, instalaciones, vallados, etc.
- c) Procedimientos y requerimientos administrativos para las Modificaciones y Obras y Trabajos no previstos.

1.5 REUNIONES DE AVANCE DURANTE LA OBRA (SEMANALES)

- 1) Durante el curso de la obra y hasta la finalización de la misma, el Supervisor de Obra convendrá reuniones de avance semanales con el Concesionario.
- 2) El Supervisor de Obra notificará al Concesionario el día de la semana en que se llevará a cabo.
- 3) El Supervisor de Obra llevará un registro de las minutas de las reuniones y las distribuirá según el tipo de reunión de que se trate.
- 4) La agenda incluirá como mínimo:
 1. Revisión, aprobación (por medio de las firmas del Representante Técnico del Concesionario y el Supervisor de Obra) de las minutas de la reunión anterior.
 2. El Concesionario informará:
 - a) Revisión de los avances de la obra desde la reunión anterior y detalle de los mismos. Programa de avances durante los sucesivos periodos de trabajo tomando en cuenta los avances producidos en el último periodo.
 - b) Higiene y Seguridad



- c) Observaciones en el sitio, problemas, conflictos
 - d) Problemas identificados con potencial de interferir con el Programa de Construcción
 - e) Revisión de las fechas de entrega de fabricaciones fuera de la zona de obra
 - f) Revisión y nueva presentación si corresponde del Programa de las Presentaciones
 - g) Control de Calidad
 - h) Modificaciones con potencial de interferir con el Programa detallado de Construcción
3. Otros temas según surjan.

1.6 REUNIONES EXTRAORDINARIAS

- 1) Durante el curso de la obra y a pedido de una de las partes, el Supervisor de Obra podrá citar a reuniones especiales. En estos casos el solicitante será responsable de la elaboración de las minutas, las que tendrán el mismo grado de formalidad que las reuniones periódicas.
- 2) Deberán asistir a las mismas, entre otros, el Representante Técnico del Concesionario o su delegado, un representante del Supervisor de Obra y otros intervinientes exteriores cuya presencia permita una mejor comprensión de los problemas a tratar.
- 3) El solicitante fijará la hora y el lugar en donde se llevarán a cabo estas reuniones y notificará a las partes involucradas con 1 día de anticipación como mínimo acompañando una agenda y estimación de tiempo requerido. La hora y lugar estará sujeto a confirmación por las partes.



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6. 04 - Control de calidad durante la construcción



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR	3
1.4	INSPECCIÓN	4
1.5	LABORATORIO.....	4
1.6	ACCESO A LA OBRA	4
1.7	PROCEDIMIENTOS.....	5
1.8	TRABAJOS RECHAZADOS	5
1.9	INFORMES.....	5
1.10	PRUEBAS Y MEZCLAS DE DISEÑO.....	5
1.11	PRUEBA EN FÁBRICA.....	5
1.12	PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.....	6
1.12.1	Contenido.....	6
1.12.2	Fases de establecimiento del Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle.....	6
1.12.3	Consistencia	7
1.12.4	Control del Supervisor de Obra	8
1.12.5	Agente de Calidad	9
1.12.6	Recuperación de las eventuales imperfecciones y defectos (FACs)	9
1.12.7	Consecuencia sobre el Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle.....	10
1.12.8	Informe de las FAC.....	10



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para realizar el Control de Calidad de la Obra, entendiendo el concepto como una manera directa de garantizar la calidad del producto construido.

En detalle se establece.

- 1) Inspección y ensayos, requerimientos administrativos y obligatorios
- 2) Presentación del Plan de Control de Calidad de la Ingeniería de Detalle
- 3) Ensayos de materiales y mezclas de diseño
- 4) Ensayos en fábrica
- 5) Implementación del Plan de Control de Calidad de la Ingeniería de Detalle

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y con el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el manual siguiente, para carreteras, mayormente detallado para la presente Especificación Técnica para el proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - CAPITULO I – GENERALIDADES -Sección 04 Control de Calidad

Para los Ensayos se tendrá en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y, obviamente el vigente Manual aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17.

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 02 "Estudios Definitivos - Contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 15 "Materiales y equipos".

En particular no se repiten las normas aplicables a los ensayos y a las pruebas de los materiales que están en las ET relacionadas

1.3 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

El Concesionario deberá presentar un Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle relativo a las obras a construir en conformidad al Párrafo 1.1 2) de esta ET.



La anticipación de la presentación debe ser adecuada para su aprobación por parte del Supervisor de Obra antes del comienzo de las obras.

1.4 INSPECCIÓN

1) El Concesionario deberá garantizar que el Supervisor de Obra siempre tenga acceso a todas las partes de la Obra. Asimismo, si parte de los trabajos se encontrasen en preparación o ensayo en otro lugar que no fuera el sitio de Obra, se deberá permitir al Supervisor de Obra el acceso al mismo.

2) En caso de que se resuelva someter trabajos o partes de estos a ensayos especiales, inspecciones o aprobaciones, sea a petición del Supervisor de Obra, sea como consecuencia de la aplicación de la legislación vigente, o sea como parte del Plan de Control de Calidad aprobado del Concesionario, este último deberá comunicar con una anticipación mínima de 7 días y por escrito, la fecha, hora y lugar en que se efectuará dicha inspección o ensayo.

3) Si el Concesionario realiza o permite que se realicen trabajos que hayan sido designados para someterlos a ensayos especiales, inspecciones o aprobaciones antes de que se hagan efectivas las mismas, deberá rehacer dichos trabajos, a su costa, y permitir que se realicen las inspecciones y pruebas pertinentes.

4) El Supervisor de Obra podrá ordenar una inspección en cualquier parte de la Obra si determinara que la misma no se ajusta a los Documentos Contractuales. Si después de la inspección se resolviera que el trabajo efectivamente no se ajusta al Contrato, el Concesionario deberá corregir el mismo.

1.5 LABORATORIO

El Concesionario deberá proveer por lo menos un Laboratorio para hacer pruebas y para almacenar muestras, el cual deberá contar con los equipos que se requieren en las Especificaciones Técnicas. Se podrá también contar con un Laboratorio exterior que tenga un compromiso con el concesionario para los ensayos más complicados: en cualquier caso se deberá proveer un laboratorio para las pruebas de rutina y para el almacenamiento de las muestras.

El Supervisor de obra podrá exigir un laboratorio propio con los equipos y herramientas necesarios.

En caso de discrepancia del Concesionario con respecto a las inspecciones o ensayos realizados por el Supervisor de Obra, éste someterá los trabajos a la inspección o ensayo de otra Empresa independiente.

1.6 ACCESO A LA OBRA

1) El Concesionario facilitará el acceso al lugar de los trabajos al Supervisor de Obra, así como también asegurará que se le permita el acceso a las plantas industriales o fábricas.

2) El Concesionario cooperará con la provisión de medios razonables para facilitar dicho acceso.



1.7 PROCEDIMIENTOS

- 1) El Concesionario deberá notificar con una anticipación mínima de 7 días a las Empresas de Inspecciones y Ensayos, con copia al Supervisor de Obra acerca de la solicitud de ensayos, de modo tal que puedan tomarse las medidas necesarias.
- 2) El Concesionario remitirá a las Empresas de Inspecciones y Ensayos, con copias al Supervisor de Obra las muestras y/o materiales solicitados para el ensayo, tal como se estipula en las presentes especificaciones. La remisión se efectuará con la celeridad y el orden necesarios para no ocasionar demoras en la ejecución de los trabajos.
- 3) El Concesionario proporcionará los medios y la mano de obra necesarios para trasladar las muestras y materiales, a lugares necesarios para proceder a su almacenamiento seguro.

1.8 TRABAJOS RECHAZADOS

- 1) Se procederá a rehacer adecuadamente la parte de la obra que resulte defectuosa, ya sea por deficiencia en la mano de obra o por la utilización de productos defectuosos o dañados, incorporados o no a la Obra, que hayan sido rechazados por el Supervisor de Obra por no ajustarse a lo requerido en los Documentos Contractuales.
- 2) Se deberán rehacer a la brevedad los trabajos que hayan resultado dañados por las remociones o reemplazos de piezas.
- 3) Cuando la parte de la obra defectuosa no afecte la durabilidad o la estabilidad estructural de la obra, el Supervisor de Obra podrá aceptar la no conformidad, previo sustento del análisis estructural requerido para ello.

1.9 INFORMES

- 1) Se remitirá al Supervisor de Obra, cuatro (4) copias de los informes de inspección y ensayo.
- 2) Se proporcionará a los Subcontratistas informes de las inspecciones y/o ensayos realizados a los trabajos a su cargo. En cualquier caso la no conformidad de trabajos hechos por alguno de los subcontratistas será siempre responsabilidad del Concesionario.
- 3) Se le enviará a los fabricantes y proveedores copias de los informes de las inspecciones y/o ensayos a materiales provistos por ellos, cuando los mismos hayan arrojado resultados negativos.

1.10 PRUEBAS Y MEZCLAS DE DISEÑO

El Concesionario le deberá proporcionar al Supervisor de Obra los resultados de los ensayos de materiales y de las mezclas de diseño.

1.11 PRUEBA EN FÁBRICA

Se deberá remitir al Supervisor de Obra los certificados de prueba en fábrica, tal como se indica en las Especificaciones Técnicas.



1.12 PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA

1.12.1 Contenido

El Plan de Control de Calidad de la Ingeniería de Detalle explica las disposiciones a adoptar por el Concesionario para obtener la calidad requerida. El Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle deberá ser presentado de la siguiente manera:

- una primera parte titulada "Organización General de la Calidad de Ingeniería de Detalle" que presenta los trabajos a realizar, la política de Calidad, la Organización General de la obra, las principales funciones y responsabilidades, en particular las relacionadas con la calidad, los medios generales afectados a la obra, la lista de los Subcontratistas o proveedores de materiales así como también la gestión de las no-conformidades y de las acciones correctivas, las derogaciones y modificaciones, y los registros relativos a la Calidad,
- una segunda parte titulada "Estudios de Ingeniería de Detalle" que presenta la organización de los mismos, las concepciones y los cálculos, los circuitos de verificaciones y de difusiones y el registro de las modificaciones.
- una sucesión de partes relacionadas cada una con la realización de un tipo de trabajo (construcción de los pozos de partida de tuneladoras, construcción de túneles y funcionamiento de los equipos de tuneleo, construcción de las estaciones y de los pozos de ventilación, trabajos anexos, etc.) en las que se definirán los procedimientos de ejecución, la distribución de las tareas, los medios utilizados, los suministros, los controles internos y externos a la cadena de producción (fichas de actividades) y las fichas de control. En estas partes se analizarán con precisión las interfaces existentes entre las obras y las tareas.

1.12.2 Fases de establecimiento del Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle

a) En su Oferta, el Oferente presentará un proyecto de Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle, que comprende la parte "Organización General de la Calidad", los procedimientos de ejecución y los controles sobre las tareas principales de la Ingeniería de Detalle. La calidad del contenido de esos documentos es uno de los criterios de análisis de las ofertas.

b) Dentro de los 14 días posteriores a la aprobación de la Ingeniería Básica, el Concesionario establecerá el Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle propiamente dicho, el cual deberá ser aprobado por el Supervisor de Obra. El Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle estará compuesto por:

- La lista de los puntos críticos y los puntos de detención, (obra o frente parado) hasta recibir la liberación del Supervisor de Obra,
- Las disposiciones aceptadas para demostrar:
 - La calidad de los materiales y de los productos que formarán parte de los trabajos.
 - La calidad de los métodos de ejecución,
- La organización de las interfaces (organizacionales y técnicas),



- La administración de los documentos,
- La información en cuanto a la participación del Supervisor de Obra y las Empresas de control externas eventuales, para realizar los controles de calidad durante la ejecución del Contrato (personas habilitadas, direcciones, plazos para las respuestas, etc.),
- Las modalidades de actualización del Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle durante la ejecución del Contrato,

d) Durante la ejecución de los trabajos, el Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle se completa con los documentos específicos de los suministros y procedimientos de ejecución y control de las tareas elementales,

e) El Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle definitivo conforme a la ejecución forma parte del informe para la recepción de las Obras, acompañado de las Fichas de Acción Calidad. Este documento final estará acompañado de un informe de análisis y de síntesis establecido por el Concesionario con aprobación del Supervisor de Obra.

1.12.3 Consistencia

El Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle se refiere a todos los trabajos objeto del Contrato. Deberá precisar:

- a) El Organigrama de la obra, indicando el nombre y las funciones asignadas a cada uno de los intervinientes, acompañado de una descripción precisa de las responsabilidades inherentes a cada función,
- b) Las empresas Subcontratistas y los principales proveedores, definiendo la manera para asegurar la calidad en relación a estos participantes,
- c) Los medios del Concesionario : instalaciones de obra con oficinas y depósitos (incluido el almacenamiento de los productos), los materiales utilizados para la perforación del túnel, la remoción de los escombros y el tratamiento de la excavación para la realización de las paredes de pozos, para las inyecciones, la excavación, el apuntalamiento, el encofrado, etc.,
- d) Los medios de fabricación, transporte y realización del hormigón,
- e) Los métodos y operaciones de control interno a la cadena de producción. El Concesionario deberá presentar informe descriptivo de los siguientes puntos (lista no limitativa):
 - Las hipótesis de carga de las estructuras provisionales y definitivas durante la construcción de la obra y durante su vida útil,
 - Los métodos de cálculos con software adaptados a la naturaleza de la obra,
 - Los procedimientos de implantación de las obras,
 - Los procedimientos de dirección de los equipos de tuneleo y de colocación del revestimiento,
 - Los procedimientos de control de los alrededores de las obras y del medio ambiente,
 - Los procedimientos de control de los encofrados,



- Los procedimientos de control de la compatibilidad de los productos, materiales y componentes utilizados en la construcción de la obra, con respecto a su uso y funcionalidad posterior.
- El suministro de los constituyentes y la fabricación de los hormigones,
- El suministro y la colocación de los aceros,
- El suministro y la colocación de los productos de estanqueidad,
- El suministro y la colocación de los terraplenes,
- El tratamiento de las superficies de juntas de trabajo para hormigonado,
- Las disposiciones para la reparación de los defectos de los revestimientos y de los defectos de estanqueidad,
- El suministro de los constituyentes y la realización de las inyecciones,
- El proceso de estabilización del fondo de la excavación de los pozos de acceso y cámaras durante la construcción de la obra y la estabilidad definitiva de la misma,
- Los procedimientos de arranque y de salida del túnel incluidos los medios de mantenimiento y de transporte,
- El procedimiento de seguimiento del comportamiento del frente de corte,
- El procedimiento de seguimiento de control de las excavaciones,
- El procedimiento de seguimiento y de control de los parámetros de funcionamiento de los equipos de tuneleo,
- Los procedimientos de entrada, desplazamiento y salida de los equipos de tuneleo en los pozos de ataque y salida,
- El tratamiento de los puntos singulares y pasajes por debajo de obras existentes (intersecciones obras anexas, túnel).
- El procedimiento de ejecución de los trabajos de topografía
- Los procedimientos para las mediciones de auscultación y su interpretación
- El procedimiento de limpieza de los túneles.
- El procedimiento para realizar ensayos destructivos y no destructivos.
- El procedimiento para el revestimiento de los túneles.

1.12.4 Control del Supervisor de Obra

El control realizado por el Supervisor de Obra, está destinado a verificar el cumplimiento del Plan de Control de Calidad de la Ingeniería de Detalle Aprobado. Este control verifica mediante sondeos la conformidad a lo estipulado en el Contrato.

Los controles del Supervisor de Obra se referirán en particular a (lista no limitativa):

- La implantación de las obras en planimetría, altimetría y dimensionamiento,
- Las pruebas de control de los hormigones,



- La colocación de las armaduras,
- La colocación de los productos de estanqueidad,
- La estanqueidad de las obras terminadas,
- La verificación de las inyecciones de colado y de bloqueo detrás de las obras,
- La disposición final de los escombros,
- Estos controles no eximen al Concesionario de su control interno.
- El Concesionario deberá otorgar todas las facilidades al Supervisor de Obra para la realización de los controles.
- El Concesionario será informado de los resultados del control realizado por el Supervisor de Obra.
- El plan deberá prever una lista de puntos críticos a ser liberados por el Supervisor de Obra. La construcción posterior en dichos puntos no podrá proseguir hasta que los mismos no sean liberados.

1.12.5 Agente de Calidad

El Concesionario asignará un Ingeniero Coordinador con la función de Agente de Calidad a tiempo completo; su función consistirá en implementar, seguir y formalizar los controles del Plan de Calidad aprobado así como comunicarlo en forma continua al Supervisor de Obra

1.12.6 Recuperación de las eventuales imperfecciones y defectos (FACs)

En caso de constatarse una imperfección o un defecto, una vez paliadas las situaciones de emergencia, el Concesionario no realizará ninguna reparación sin haber obtenido el acuerdo del Supervisor de Obra.

Para ello el Concesionario establecerá una Ficha de Acción de Calidad (FAC) para cada defecto constatado que completará hasta obtener el visto bueno del Supervisor de Obra.

El Supervisor de Obra podrá dar su visto bueno, ordenar las disposiciones previstas para recuperación de las imperfecciones, la demolición o, excepcionalmente ordenar otros ensayos, aplicando entonces los cargos previstos.

El Concesionario podrá iniciar los trabajos de reparación solamente después de haber obtenido el visto bueno del Supervisor de Obra. En todos los casos, todas las consecuencias serán de la responsabilidad del Concesionario.

1.12.7 Establecimiento de las FAC (para no-conformidad y acción correctiva)

Cada FAC debe tener obligatoriamente un número de orden, su fecha de establecimiento, y las cuatro secciones siguientes:

a) Descripción

Localización de la obra en cuestión, descripción detallada de la imperfección o del defecto constatado y las razones que lo ocasionaron. Así como anexos de los relevamientos, los



resultados de las pruebas o de las mediciones complementarias realizadas por el Concesionario para poder apreciar mejor el problema.

b) Propuesta Técnica

Propuesta técnica detallada de reparación y/o corrección acompañada de un croquis, notas descriptivas, planos y planillas de cálculos que apoyen esta propuesta.

c) Verificación

Elementos que le permitan al Supervisor de Obra distinguir las zonas y/o los elementos reparados, a fin de verificar su efectivo cumplimiento.

d) Acción correctiva para evitar repetición. Informe en que se describen las medidas correctivas a realizar para evitar la repetición de la imperfección o defecto.

1.12.8 Consecuencia sobre el Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle

Para cada FAC establecida, el Concesionario indicará si el defecto constatado es imputable a una insuficiencia del Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle, a una insuficiencia en su cumplimiento o a otra causa.

1.12.9 Informe de las FAC

El conjunto de las FAC será anexado al Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle en un informe específico.



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6. 05 - Protección del medio ambiente



Índice

1	GENERALIDADES	4
2	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	4
2.1	DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	4
2.2	APROBACIÓN POR EL CONCEDENTE	5
2.3	RESPONSABILIDAD AMBIENTAL DEL CONCESIONARIO	5
2.4	MECANISMOS DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL DEL PMA	6
2.4.1	MARCO INSTITUCIONAL	8
2.4.2	MARCO LEGAL	11
2.4.3	Responsabilidad Ambiental del Concesionario	19
2.5	CONTENIDO MÍNIMO DE PROGRAMAS DEL PMA	20
2.5.1	Programa de Coordinación Institucional.....	20
2.5.2	Programa de Capacitación del Personal.....	20
2.5.3	Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental.....	20
2.5.4	Programa de Emergencias y Contingencias.....	25
2.5.5	Programa de Control de Gestión y de Calidad del PMA.....	26
2.5.6	Programa de Educación Ambiental.....	27
2.5.7	Programa de Auditorías.....	27
2.5.8	Programa de Transparencia y comunicación.....	27
3	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL DEL IMPACTO AMBIENTAL EN OBRA	28
3.1	ASPECTOS AMBIENTALES RELATIVOS A LA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA A SER CONSIDERADOS EN EL PLAN DE GESTION AMBIENTAL	28
3.1.1	Aspectos relativos al Manejo y Transporte de Materiales Contaminantes.....	28
3.1.2	Aspectos Relativos al Transporte Durante la Construcción.....	28
3.1.3	Aspectos Relativos a la Instalación de Obrador e Instalaciones Auxiliares.....	28
3.1.4	Aspectos Relativos a la Delimitación del Área de Trabajo.....	30
3.1.5	Aspectos Relativos a la Restricción de Tránsito.....	31
3.1.6	Aspectos Relativos al Desmalezado y/o Retiro de Ejemplares Arbóreos.....	32
3.1.7	Aspectos Relativos a la Rotura de Pavimentos y/o Veredas.....	34
3.1.8	Aspectos Relativos al Suministro y Movimiento de Materiales.....	34
3.1.9	Aspectos Relativos a la Excavación y Movimiento de Suelos.....	35
3.1.10	Aspectos Relativos a la Remoción de Obras Existentes.....	36
3.1.11	Aspectos relativos al Movimiento de Vehículos y Maquinarias.....	36
3.1.12	Aspectos Relativos al Drenaje y Escurrimiento de Agua.....	36
3.1.13	Aspectos Relativos a Efluentes Residuales Líquidos.....	37
3.1.14	Aspectos Relativos a la Generación de Escombros y Residuos Sólidos.....	37
3.1.15	Aspectos Relativos a las Emisiones Gaseosas y de Partículas.....	38
3.1.16	Aspectos Relativos a la Generación de Ruidos y Vibraciones.....	39
3.1.17	Aspectos Relativos a las Interferencias con Infraestructura de Servicios.....	39
3.1.18	Demanda de Servicios (Consumo de Energía y Utilización de Agua).....	40
3.1.19	Aspectos Relativos a Hallazgos Arqueológicos y Paleontológicos.....	40
3.1.20	Aspectos Relativos a la Finalización de las Tareas.....	41
3.1.21	Aspectos Relativos de Permisos y Autorizaciones.....	42
4	GLOSARIO AMBIENTAL	42



4.1	DEFINICIONES PRINCIPALES.....	42
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS.....	47



1 GENERALIDADES

Las presentes especificaciones son normas generales y particulares para las obras de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, tendiente a contemplar y atender aspectos ambientales.

Estas especificaciones se refieren a la implementación de los procedimientos necesarios para asegurar la protección del ambiente, observando el cumplimiento de todas las regulaciones y requerimientos vigentes.

Todas las acciones que serán requeridos en el informe de Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y en todos los programas establecidos en el mismo EIA deberán ser considerados durante la etapa de construcción.

El Concesionario presentará al Supervisor de Obra para su aprobación el cronograma de Manejo Ambiental teniendo en cuenta el EIA.

El cronograma de Manejo Ambiental y todos los documentos contenidos en él formarán parte del cronograma del Expediente Técnico Final.

2 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento básico de gestión ambiental que debe cumplirse durante el desarrollo del proyecto, es así que describe las medidas de manejo ambiental que deberá aplicar el Concesionario bajo la supervisión del Ministerio de Transportes en su calidad de titular del Proyecto, de tal forma que las actividades del proyecto se realicen de manera segura, confiable, responsable, preservando el ambiente y cumpliendo con las normas ambientales vigentes.

El objetivo general del Plan de Manejo Ambiental es implementar las medidas que prevengan, corrijan o mitiguen los impactos negativos y optimicen los positivos causados por la realización del proyecto. Como objetivos específicos están el establecer y proponer medidas de prevención, corrección, restauración y mitigación de los impactos ambientales negativos y logren, en el caso de los positivos, generar un mayor efecto con la finalidad de conciliar los aspectos ambientales con los social, así como también, asegurar la conservación del ambiente en el Área de Influencia del Proyecto durante la construcción y la no afectación de las instalaciones y equipos empleados por la presencia de eventos antrópicos y/u naturales.

2.1 DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

La Empresa Concesionario acreditará por parte de una Certificadora habilitada que, en sus normas internas, se observan las Normas ISO 9.001 e ISO 14.001, la versión más reciente disponible en el momento del Concurso.

Sobre esta base el Concesionario deberá diseñar un Plan de Manejo Ambiental específico de su accionar, de forma tal de permitir el monitoreo y control de aquellas variables ambientales



que puedan superar los límites tolerables, identificando los recursos humanos, técnicos, económicos y administrativos para su implementación. Para lo cual deberá tener en consideración la metodología constructiva y cronograma presentados en la Memoria Técnica del Proyecto.

El Plan de Manejo Ambiental deberá:

- Incorporar la consideración ambiental como elemento de decisión permanente.
- Asegurar el cumplimiento de las normas vigentes en materia ambiental, territorial, de seguridad, higiene y salud ocupacional.
- Garantizar que la construcción del proyecto se desarrolle considerando el ambiente natural y antrópico de su área de influencia, asegurando el usufructo de las obras e instalaciones y posibilitando el cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Materializar, monitorear y controlar la ejecución de las acciones de prevención y mitigación identificadas y toda otra que surja como necesaria, durante las distintas etapas de su desarrollo.
- Asegurar una relación fluida del Concesionario con las autoridades competentes, en los diferentes niveles jurisdiccionales.
- Materializar adecuados mecanismos de información a la comunidad así como la participación organizada de la misma en aspectos de interés para el proyecto.

2.2 APROBACIÓN POR EL CONCEDENTE

Dentro de los 15 (quince) días posteriores a la firma del contrato, el Concesionario presentará, para su aprobación por Concedente, el PMA con un desarrollo que responda como mínimo a los lineamientos del proyecto ejecutivo y a los contenidos enunciados en la cláusula 2.5 de esta especificación.

El PMA deberá ser actualizado dentro de los 15 (quince) días posteriores de la aprobación de la Ingeniería Básica, y cuando sea solicitado por el Supervisor de Obra.

2.3 RESPONSABILIDAD AMBIENTAL DEL CONCESIONARIO

La presente especificación establece las normas a seguir para prevenir, mitigar o compensar, dentro de los límites tolerables, los eventuales impactos ambientales negativos que puedan producirse durante la ejecución de las obras.

El Concesionario será el responsable único e integral por la calidad ambiental de las actividades que desarrolle con relación a la construcción de las obras.

Los Objetivos Ambientales generales que deberá cumplir el Concesionario son los siguientes:

- Observar los límites tolerables en materia de contaminación del suelo, agua o aire.
- Implementar prácticas adecuadas en obras que puedan afectar la vegetación natural.
- Implementar prácticas adecuadas tendientes a prevenir la erosión de los suelos, la sedimentación en los cursos de agua y conductos pluviales.
- Implementar prácticas apropiadas para la eliminación de desechos o materiales.



- Utilizar las tecnologías más apropiadas bajo criterios de calidad ambiental.
- En caso de hallazgos arqueológicos y/o paleontológicos cumplimentar la cláusula 3.1.19 de esta norma.

2.4 MECANISMOS DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL DEL PMA

2.4.1 MARCO INSTITUCIONAL

El Marco Institucional está relacionado con el conjunto de entidades y organismos de carácter público, las mismas que participan emitiendo opiniones técnicas respecto de la conservación del ambiente; sin embargo, sólo la autoridad competente correspondiente decidirá si otorga la respectiva certificación ambiental. Cada sector gubernamental, es la autoridad ambiental para las actividades de su competencia contando dentro de su estructura organizadora con una dependencia a cargo de la gestión ambiental. Las entidades de mayor importancia son:

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

Mediante Ley N° 27779 se creó el *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento* con el objetivo de formular, aprobar, ejecutar y supervisar las políticas de alcance nacional aplicables en materia de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento. Luego, por Ley N° 27792 del 25 Julio de 2002, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, se determinó y reguló el ámbito, estructura orgánica básica, competencia y funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Mediante Decreto Supremo N° 002 - 2002 - VIVIENDA se aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. La **Oficina del Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento** es el órgano de asesoría especializada y de coordinación de vivienda encargado de formular y proponer la aplicación de políticas y normas, supervisión y control del impacto ambiental de las actividades del sector. Para efectos administrativos se ubica en el ámbito del Viceministerio de Construcción y Saneamiento y funcionalmente desarrolla sus actividades en coordinación con todos los programas de línea del ministerio y con las entidades del sector. Según lo dispuesto en el Anexo II de la Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley N° 27446, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es la autoridad competente para aprobar el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto.

MINISTERIO DEL AMBIENTE

Mediante el Decreto Legislativo N° 1013, del 2008, se aprobó la creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente (MINAM), estableciendo su ámbito de competencia sectorial y regulando su estructura orgánica y sus funciones. El MINAM es el organismo del Poder Ejecutivo rector del sector ambiental, que desarrolla, dirige, supervisa y ejecuta la política nacional del ambiente. El sector ambiental comprende el Sistema Nacional de Gestión Ambiental como sistema funcional, el que integra al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, al Sistema Nacional de Información Ambiental y al Sistema Nacional de Áreas Naturales protegidas por el Estado. El objeto del Ministerio del Ambiente es la conservación del ambiente, de modo tal que se propicie y asegure el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que los sustenta; que permita contribuir al desarrollo integral social, económico y cultural de la persona humana, en



permanente armonía con su entorno, y así asegurar a las presentes y futuras generaciones el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. La actividad del MINAM comprende las acciones técnico normativas de alcance nacional en materia de regulación ambiental, entendiéndose como tal el establecimiento de la política, la normatividad específica, la fiscalización, el control y la potestad sancionadora por el incumplimiento de las normas ambientales en el ámbito de su competencia, la misma que puede ser ejercida a través de sus organismos públicos correspondientes. Por Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM se aprobó el Reglamento de Organización y Funciones del MINAM. Mediante este Reglamento se establece la estructura orgánica del ente rector de la Política Ambiental Nacional. Precisa que la Alta Dirección del MINAM está conformada por el Despacho Ministerial, Viceministerio de Desarrollo Estratégico de Recursos Naturales, Viceministerio de Gestión Ambiental, Secretaría General, Comisión Multisectorial Ambiental y comisión Consultiva Ambiental. Cabe señalar que en la Tercera Disposición Complementaria Final del Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la fusión del Consejo Nacional del Ambiente-CONAM en el MINAM, siendo este último el ente incorporante. Asimismo, se aprobó la fusión de la Intendencia de Áreas Naturales Protegidas del INRENA con el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas del MINAM, siendo este último también el ente incorporante. Finalmente, la Sexta Disposición Complementaria Final señala que se encuentran adscritos al MINAM los siguientes organismos públicos: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (OEFA) Mediante Ley N° 29325, se aprobó la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, cuyo objetivo es desarrollar temas sobre las entidades competentes que forman parte del sistema, sus órganos y las funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), así como su potestad sancionadora administrativa, su régimen laboral y económico, entre otros. Así, el ente rector que está a cargo del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, es el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA. El OEFA es un organismo público técnico especializado, con personería jurídica de derecho público interno, que constituye un pliego presupuestal. Se encuentra adscrito al MINAM y se encarga de la evaluación, fiscalización, supervisión, evaluación, control y sanción en materia ambiental, así como de la aplicación de los incentivos, y ejerce las funciones del Decreto Legislativo N° 1013 y la Ley N° 29325. El OEFA tiene como órgano principal un Consejo Directivo, el cuál es competente para definir la política institucional así como aprobar el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental. De igual modo, la OEFA contará con un Tribunal de Fiscalización (TFA) que ejercerá funciones como última instancia administrativa. Lo resuelto por el tribunal es de obligatorio cumplimiento y constituye precedente vinculante siempre que esto se señale en la misma resolución.

MINISTERIO DE CULTURA

Mediante Ley N° 29565 se creó el Ministerio de Cultura (MINCUL) y mediante Decreto Supremo N° 001-2010-MC se aprobó la fusión por absorción del Instituto Nacional de Cultura-INC en el Ministerio de Cultura. Las áreas programáticas de acción sobre las cuales el Ministerio de Cultura ejerce sus competencias, funciones y atribuciones para el logro de los objetivos y metas del Estado son las siguientes:

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"



- a) Patrimonio cultural de la Nación, material e inmaterial;
- b) Creación cultural contemporánea y artes vivas;
- c) Gestión cultural e industrias culturales; y
- d) Pluralidad étnica y cultural de la Nación.

De igual modo, se adscribieron al Ministerio de Cultura también los siguientes organismos: la Biblioteca Nacional del Perú, el Archivo General de la Nación, el Instituto de Radio y Televisión del Perú (IRTP) y la Academia Mayor de la Lengua Quechua y se fusionaron, bajo la modalidad de absorción, el Instituto Nacional de Desarrollo de los Pueblos Andinos, Amazónicos y Afroperuano (INDEPA); el Proyecto Especial Complejo Arqueológico de Chan Chan; el Proyecto Especial Naylamp-Lambayeque; la Unidad Ejecutora Marcahuamachuco, el Consejo Nacional de Democratización del Libro y de fomento de la Lectura - PROMOLIBRO y el Consejo Nacional de Cinematografía (CONACINE).

Cabe señalar que la Subdirección de Supervisión y Peritaje de la Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura es el encargado de emitir la respectiva opinión técnica para los fines de expedición del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), el cual es exigido como requisito previo para el desarrollo de proyectos productivos, extractivos y/o de servicios tanto del sector privado o estatal, con el fin de proteger el Patrimonio Arqueológico-Histórico Nacional.

DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL-DIGESA (MINISTERIO DE SALUD) La DIGESA está bajo la autoridad del Ministerio de Salud y se encarga de regular, supervisar, controlar y evaluar los aspectos de protección del ambiente, servicios sanitarios básicos, higiene alimenticia y control de la zoonosis enfermedades transmitidas por animales, y salud ocupacional. La Dirección de Ecología y Protección del Ambiente (DEPA) es un órgano de línea de la DIGESA, es la encargada de elaborar planes, programas, proyectos de prevención y control de la contaminación ambiental, así como normar, controlar y aplicar las sanciones establecidas en la legislación sanitaria y ambiental; supervisa el cumplimiento de Normas y Reglamentos Sanitarios en aspectos de Ecología y Protección del ambiente. Verifica el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para la protección de la Salud.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES MTC

Mediante Ley N° 27779, se aprobó la separación del sector Transportes y Comunicaciones del sector Vivienda y Construcción y la modificación de la organización de los ministerios. Posteriormente estas disposiciones fueron modificadas y precisadas con la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, que estableció 15 ministerios entre los que figuraba el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, cuya función es integrar interna y externamente al país, para lograr un racional ordenamiento territorial vinculado a las áreas de recursos, producción, mercados y centros poblados, a través de la regulación, promoción, ejecución y supervisión de la infraestructura de transportes y comunicaciones.

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Tiene como lineamientos dictar las normas de alcance nacional, realizar seguimiento y evaluación de la aplicación de las mismas, en las siguientes materias: protección, conservación, aprovechamiento y manejo de los recursos naturales (agua, suelos, flora y fauna silvestre, así como en el encabezamiento de recursos naturales). Cabe señalar que antes de la



dación del Decreto Legislativo N° 1013, existía una institución denominada Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), el mismo que fue creado, como un Organismo Público Descentralizado del MINAG, que era la autoridad nacional encargada de la administración de recursos naturales renovables con excepción de los recursos biológicos acuáticos y medio ambiente rural. Sin embargo, de acuerdo a lo estipulado en la Tercera Disposición Complementaria Final del citado Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la fusión de la Intendencia de Áreas Naturales Protegidas del INRENA con el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas del MINAM, siendo este último el ente incorporante. De igual modo, mediante Decreto Supremo N° 030-2008-AG se aprobó la fusión del Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA al Ministerio de Agricultura, siendo éste último su ente absorbente, cabe señalar que una vez concluido el proceso de fusión queda extinguido el INRENA conforme lo indica el mencionado decreto. Posteriormente se aprobó el Decreto Supremo N° 010- 2009-AG por el cual se establece nuevo plazo de conclusión del proceso de fusión del INRENA, el cual será la fecha en la que la Comisión de Transparencia presente su informe final al titular del Ministerio de Agricultura, con copia a la Secretaría de Gestión Pública de la Presidencia del Consejo de Ministros. La importancia de mencionar al INRENA (ahora Ministerio de Agricultura) en la evaluación de EIAs, se debe a que mediante Decreto Supremo N° 056-97-PCM del 19 de noviembre de 1997 y su modificatoria, Decreto Supremo N° 061-97-PCM del 4 de diciembre de 1997, se estableció que la autoridad sectorial, para el presente caso el MEM, deberá solicitar la opinión técnica del INRENA para casos en los que las actividades propuestas modifiquen el estado natural de los recursos naturales renovables, tales como el agua, suelo, flora y fauna. Actualmente, al haberse desintegrado el INRENA el Ministerio de Agricultura es el ente competente para dar su opinión en relación a lo dispuesto por el citado Decreto Supremo N° 056-97-PCM a través de su Dirección general de Asuntos Ambientales.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA)

La Autoridad Nacional del Agua, - creada por la primera Disposición Complementaria Final del Decreto Legislativo N° 997 (Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura) -, es un Organismo Técnico Especializado (DS N° 034-2008-PCM) adscrito al Ministerio de Agricultura, constituyéndose en pliego presupuestal, con personería jurídica de derecho público interno. ANA de acuerdo a la Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos, constituye el ente rector y máxima autoridad técnico – normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, el cual es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. La Autoridad Nacional del Agua es el organismo encargado de realizar las acciones necesarias para el aprovechamiento multisectorial y sostenible de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas, en el marco de la gestión integrada de los recursos naturales y de la gestión de la calidad ambiental nacional estableciendo alianzas estratégicas con los gobiernos regionales, locales y el conjunto de actores sociales y económicos involucrados. Tiene como principales funciones formular la política y estrategia nacional de recursos hídricos, administrar y formalizar los derechos de uso de agua, distribuirla equitativamente, controlar su calidad y facilitar la solución conflictos. Por Decreto Supremo N° 014-2008-AG se fusiona la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA en la Autoridad Nacional del Agua - ANA creada por Decreto Legislativo N° 997. Asimismo, el Decreto Supremo N° 039-2008-AG, aprueba el Reglamento de Organización y Funciones de la ANA.

MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"

9 de 47



La Constitución Política del Perú en su artículo 191° señala que las municipalidades provinciales y distritales, son los órganos de gobierno local, y tienen autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia. Luego, en virtud de la Ley de Bases de la Descentralización, Ley Orgánica de Gobierno regionales y la Ley Orgánica de Gobiernos Locales la Municipalidad Metropolitana de Lima está dotada de un régimen Especial que le otorga facultades y competencias de Gobierno Regional en la jurisdicción de la Provincia de Lima y determina que:

- El Concejo Metropolitano de Lima, ejerce atribuciones del Consejo Regional como órgano normativo y fiscalizador
- El Alcalde de Lima Metropolitana ejerce atribuciones de Presidente Regional, como órgano ejecutivo.
- La Asamblea Metropolitana de Lima ejerce competencias y funciones de Consejo de Coordinación Regional, como órgano consultivo y de coordinación.

Ahora bien, en la Municipalidad Metropolitana de Lima existen gerencias como la de Desarrollo Urbano, que es la responsable de formular y evaluar planes urbanos específicos, conducir y supervisar los procesos de autorizaciones, certificaciones, adjudicaciones y asentamientos humanos, concernientes al desarrollo urbano dentro del marco de los dispositivos legales aplicables, contando para ello con la Subgerencia de Autorizaciones Urbanas. La Gerencia de Promoción de la Inversión Privada, es el órgano de línea de la Municipalidad Metropolitana de Lima, responsable de llevar adelante el proceso de Promoción de la Inversión Privada y de establecer alianzas estratégicas con el Gobierno Nacional, Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales y la Sociedad Civil, con el objeto de promover la inversión privada en activos, empresas, proyectos, servicios, obras públicas de infraestructura y servicio público de la Municipalidad Metropolitana de Lima. Finalmente, la Municipalidad de Lima Metropolitana a través de la Subgerencia del Medio Ambiente se encarga de la investigación y de realizar el monitoreo sobre los componentes del ambiente; proponer las estrategias de prevención, erradicación o mitigación; la evaluación ambiental de las actividades que realizan las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas; elaborar los instrumentos en gestión ambiental.

DEFENSORIA DEL PUEBLO

La Defensoría del Pueblo es un órgano constitucional autónomo creado por la constitución. Su misión es proteger los derechos constitucionales y fundamentales de la persona y de la comunidad, supervisar el cumplimiento de los deberes de la administración pública y la prestación de los servicios públicos a la ciudadanía. La Defensoría del pueblo cuenta con una Adjuntía para Medio Ambiente Servicios Públicos y Pueblos Indígenas que se encarga de proteger los derechos de los ciudadanos a acceder a servicios públicos de calidad con tarifas justas, mediante la supervisión de la prestación de los servicios públicos de agua y alcantarillado, electricidad, telefonía y transporte público, así como los derechos de los ciudadanos a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida, mediante la supervisión del cumplimiento de los deberes de la administración estatal.



2.4.2 MARCO LEGAL

Agrupada a las normas dadas por el Estado, con jerarquía nacional, cuya aplicación y validez se da en todo el territorio peruano. Se han seleccionado de acuerdo a su relación con el proyecto, y son las que se resumen a continuación en el presente cuadro

Norma	Institución Emisora Y/O Reguladora
NORMATIVIDAD AMBIENTAL GENERAL NACIONAL	
Constitución Política del Perú (1993)	Congreso de la República
Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)	Congreso de la República
Reglamento del numeral 149.1 del Artículo 149 de la Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente D.S. N° 004-2009-MINAM	MINAM
Título XIII del Código Penal – Delitos Ambientales, modificado por el Artículo 3° de la Ley N° 29263	Congreso de la República
Ley N° 26821, Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales	Congreso de la República
Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (Ley N° 29325)	Congreso de la República
Ley N° 26842, Ley General de Salud	Congreso de la República
Ley del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28245)	Congreso de la República
Reglamento de la Ley de Sistema Nacional de Gestión Ambiental D.S. N° 008-2005-PCM	PCM
Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 27446)	Congreso de la República
Reglamento de Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, D.S. N° 019-2009-MINAM	MINAM
Ley General de Salud (Ley N° 26842)	Congreso de la República
Establecen Casos en que la Aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental y Programas de Adecuación y Manejo Ambiental Requerirán la Opinión Técnica del INRENA (D.S. N° 056-97-PCM)	PCM
Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338)	Congreso de la República
Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (D.S. N° 001-2010-AG)	MINAG
Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) modificada por Decreto Legislativo N° 1065	Congreso de la República
Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. N° 057-2004-PCM)	PCM
Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales (D.S. N° 002-2009-	MINAM
NORMATIVIDAD ESPECÍFICA PARA BIODIVERSIDAD	
Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre (D.S. N° 034-2004-AG)	MINAG



Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre (D.S. N° 043-2006-AG)	MINAG
NORMATIVIDAD ESPECÍFICA PARA RESTOS ARQUEOLÓGICOS	
Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (Ley N° 28296)	Congreso de la República
Reglamento de la Ley N° 28296, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (D.S. N° 011-2006-ED)	INC
Reglamento de Investigación Arqueológica (R.S. N° 004-2000-ED)	INC

Norma	Institución Emisora Y/O Reguladora
NORMATIVIDAD AMBIENTAL PARA CALIDAD AMBIENTAL	
Decreto Supremo N° 074-2001-PCM (22/Jun/01) "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire"	PCM
Decreto Supremo N° 069-2003-PCM (15/Jul/03) "Establecen Valor Anual de Concentración de Plomo"	PCM
Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (30/Oct/03) "Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido"	PCM
Decreto Supremo N° 010-2005-PCM (03/Feb/05) "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes"	PCM
Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM (31/Jul/08) "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua"	PCM
Decreto Supremo N° 003-2008 MINAM (21/Ago/08) "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire"	PCM
Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire (D.S. N° 003-2008-MINAM)	MINAM
Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad de Aire (D.S. N° 074-2001-PCM)	PCM
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 002-2008-MINAM)	MINAM
Reglamento de Estándares Nacionales de calidad ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM)	PCM
Establecen Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial (D. S. N° 047-2001-MTC)	MTC
NORMATIVIDAD ESPECÍFICA APLICABLE AL PROYECTO	
Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972)	Congreso de la República
Ley N° 27783, Ley de Bases de la Descentralización	Congreso de la República
Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales	Congreso de la República
Ordenanza Municipal N° 812-MML	MML
Ordenanza Municipal N° 867-MML	MML



Ordenanza Municipal N° 203-MML	MML
Ordenanza Municipal N° 799-MML	MML
Ordenanza Municipal N° 1016-MML	MML
Decreto de Alcaldía N° 085-2009, aprueba Reglamento de la Ordenanza N° 1016	
Ordenanza Municipal N° 1424-MML	MML
Ordenanza Municipal N° 525-MML	MML
Ordenanza Municipal N° 341-MML	MML
Ley de Promoción de la Inversión Privada en obras públicas de infraestructura y de servicios públicos (D.L. N° 839)	Poder Ejecutivo
Texto Único Ordenado de las Normas con Rango de Ley que Regulan la Entrega en Concesión al Sector Privado de las Obras Públicas de Servicios de Concesión al Sector Privado (D.S.N° 059-96-PCM)	PCM
Ley General de Transporte (Ley N° 27181)	Congreso de la República
Ley General de Expropiaciones (Ley N° 27117)	Congreso de la República
Ley que Facilita la Ejecución de Obras Públicas Viales (Ley N° 27628)	Congreso de la República
Directrices para la elaboración y Aplicación de planes de compensación y reasentamiento involuntario para proyectos de infraestructura de transporte (R.D. N° 007-2004-MTC -16)	MTC

Norma	Institución Emisora Y/O Reguladora
NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA	
Manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2001 (R.M. N° 143-2001-MTC/15.17)	MTC
Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras ED-2000 (R.D. N° 1146-2000-MTC/15.17)	MTC
Especificaciones Técnicas para Conservación de Carreteras (R.D. N° 051-2007-MTC)	MTC
Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (R.M. N° 210-2000-MTC/15.02)	MTC
Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras EM-2000 (R.D. N° 028-2001- MTC/15.17)	MTC
Manual de Diseño Geométrico de Puentes DP-2003 (R.M. N° 589-2003-MTC/02)	MTC
Decreto Supremo N° 017-2007-MTC REGLAMENTO DE JERARQUIZACION VIAL DS N° 006-2009-MTC.	MTC



Norma	Institución Emisora Y/O Reguladora
NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA	
DS N° 044-2008-MTC Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras -	MTC
002-2005-MTC/14 Procedimientos para la Autorización del Inicio de Obras Viales Públicas RD 036-2005-MTC/14	MTC
Decreto Supremo N° 034-2008-MTC REGLAMENTO NACIONAL DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL	MTC
Decreto supremo n°032-2005-mtc del 30.12.05 reglamento nacional de ferrocarriles y modificatorias siguientes , DS N° 031-2007-MTC - DS N° 027-2009-MTC	MTC
Decreto Supremo N°039-2010-MTC el 11.08.10.REGLAMENTO NACIONAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE TRANSPORTE ELÉCTRICO DE PASAJEROS EN VÍAS FÉRREAS QUE FORMEN PARTE DEL SISTEMA FERROVIARIO NACIONAL	MTC
003-2005-MTC/14 Procedimiento para la Elaboración, Presentación y Aprobación de la Liquidación de Contratos de Obra.RD 050-2005-MTC/14	MTC
005-2005-MTC/14 Funciones de la Supervisión en Obras de Infraestructura Vial RD 023-2008-MTC/14	MTC
007-2005-MTC/14 Evaluación de la Aplicabilidad de Estabilizadores de Suelos (OAT) RD 073-2005-MTC/14	MTC
007-2008-MTC/02 Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad RM 824-2008-MTC/02	MTC
001-2011-MTC/14 Reductores de velocidad tipo resalto para el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) RD 23-2011-MTC/14	MTC
001-2006-MTC/14 Guía para inspección de puentes RD 012-2006-MTC/14	MTC
002-2006-MTC/14 Directiva que regula los procedimientos a seguir por las organizaciones ferroviarias para la adecuación de las normas previstas en el Reglamento Nacional de Ferrocarriles RD 033-2006-MTC/14	MTC
004-2009-MTC/14 Seguridad e Higiene Industrial y Gestión Ambiental de la Dirección de Caminos y Ferrocarriles RD 025-2009-MTC/14	MTC
Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras MTC E 1109-2004 Ensayo sobre estabilización química de suelos - caracterización del estabilizador y evaluación de propiedades de comportamiento del suelo (2004) RD N° 028-2001-MTC/15.17 (16.01.01)	MTC
Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) RD N° 037-2008-MTC/14 (Modificación 2008)	MTC
Manual de Diseño de Puentes RM N°589-2003-MTC/02	MTC
Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras RD N°051-2007-MTC/14	MTC
Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje RD N°20- 2011-MTC/14	MTC



Norma	Institución Emisora Y/O Reguladora
NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA	
"Glosario de Partidas" aplicables a obras de rehabilitación, mejoramiento y construcción de carreteras y puentes RD N° 17-2012- MTC/14 (20.09.12)	MTC
Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14	MTC
Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" Sección Suelos y Pavimentos RD N° 05-2013-MTC/14 (06.03.2013)	MTC

NORMATIVIDAD GENERAL AMBIENTAL

En un sentido amplio, la legislación ambiental comprende todas las normas de los diversos niveles existentes (Constitución, Leyes, Decretos, Resoluciones, Normas de Gobiernos Regionales y Locales, etc.) que directa o indirectamente atañen la conservación de un ambiente adecuado para el desarrollo de la vida. En un sentido más estricto, la legislación ambiental está conformada por las normas que regulan los elementos que componen el ambiente natural (aire, suelo, agua, diversidad biológica, etc.), el ambiente humano (salud e higiene, patrimonio cultural, etc.), y las que se refieren al ambiente en su conjunto.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ

En Perú la norma de mayor jerarquía es la Constitución Política del Perú que fue dada en el año 1993. En la Constitución Política del Perú, en su artículo 2º, inciso 22, se establece como un **derecho fundamental de la persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida**. El contenido de este derecho fundamental está determinado por los siguientes elementos, a saber: 1) el derecho a gozar de ese medio ambiente y 2) el derecho a que ese medio ambiente se preserve. En la Constitución vigente (1993), al igual que en la anterior del año 1979, la protección del medio ambiente y los recursos naturales están regulados dentro del régimen económico, siendo que en el Capítulo II, Del Ambiente y los Recursos Naturales se protege todo lo relacionado al medio ambiente y recursos naturales.

LEY GENERAL DEL AMBIENTE

La Ley General del Ambiente, Ley 28611 (LGA), publicada el 13 de Octubre del 2005, derogó el Código del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales aprobado por el Decreto Legislativo N° 613. La LGA reconoce los derechos de toda persona a gozar de un ambiente saludable, adecuado y a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. Por otro lado, manifiesta el derecho de toda persona a una acción rápida, sencilla y efectiva, ante las entidades administrativas y jurisdiccionales, en defensa del ambiente y de sus componentes. Asimismo, establece los lineamientos que rigen la Política Ambiental Nacional y su relación e inserción con otras políticas de estado, señalando sus objetivos y principios; siendo que de este modo, lo inserta dentro del marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental aprobado y regulado por la Ley



28245 (Ley del Sistema Nacional de Gestión Ambiental), reconociendo a este último como un sistema integrado de mecanismos e instrumentos que permiten su aplicación en los diferentes niveles del estado. Señala también que toda actividad humana que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades, así como las políticas, planes y programas públicos susceptibles de causar impactos ambientales de carácter significativo, deben de contar con una Certificación Ambiental conforme a lo dispuesto por la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental – SEIA (Ley 27446). Tal Certificación Ambiental, conforme al Principio de Ventanilla Única debe ser aprobada por la autoridad ambiental competente que no es otra que la autoridad ambiental de cada uno de los sectores productivos dependiendo de la actividad principal que desarrolle el titular del proyecto. Por otro lado, señala la responsabilidad ambiental de las empresas, reconociéndolas como responsables por sus emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que pudieran generar sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales como consecuencia de sus actividades. Esta responsabilidad incluye los riesgos y daños ambientales que se generen por acción u omisión, respetando los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes y emisiones que se hayan aprobado para el desarrollo de cada actividad. El Decreto Legislativo No. 1055 publicado el 27 de junio de 2008, modifica los artículos 32º, 42º, 43º y 51º de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en lo relativo a los LMP, la obligación de informar, información sobre las denuncias presentadas cuando se realice sobre una infracción normativa ambiental, y finalmente, los criterios a seguir en los procedimientos de participación ciudadana, respectivamente. Pues bien, esta norma complementa el Decreto Legislativo N° 1013 que aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, en lo relativo a los Límites Máximos Permisibles (LMP) y el Sistema de Información Ambiental, a fin que la mencionada norma e incorpore los mecanismos de transparencia, participación ciudadana y las sanciones aplicables al incumplimiento de las obligaciones contenidas en ella. Contribuyendo a la mejora del marco regulatorio, fortalecimiento institucional, simplificación administrativa, modernización del Estado y fortalecimiento institucional de la gestión ambiental. Para los alcances del presente Estudio de Impacto Ambiental, esta ley es de aplicación y cumplimiento prioritario en vista que establece los criterios básicos para la protección ambiental, los fundamentos generales de EIAs, derecho de participación e información, las pautas de prevención y control ambiental.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL AMBIENTE

Mediante Decreto Supremo N° 004-2009-MINAM se aprobó el reglamento del numeral 149.1 del artículo 149º de la Ley General del Ambiente, el cual consta de tres artículos y una Disposición Complementaria Final, el que forma parte del citado Decreto Supremo. Cabe señalar que el artículo 149º de la Ley General de Ambiente regula los aspectos vinculados a la formalización de denuncias penales por infracción a la normativa ambiental vigente en el país a partir de la generación de un informe fundamentado a cargo de las entidades sectoriales competentes dentro de un plazo no mayor de treinta (30) días. Consecuentemente, el presente reglamento establece que la autoridad ambiental competente responsable de la elaboración del informe fundamentado a que se refiere el numeral 149.1 del artículo 149º de la Ley General del Ambiente, será la autoridad ambiental sectorial, sus organismos adscritos, los gobiernos locales y gobiernos regionales, así como los organismos reguladores o de fiscalización competentes en la materia objeto del proceso penal en trámite.

LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SU REGLAMENTO



La Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245 y su Reglamento (Decreto Supremo N° 008-2005-PCM del 28 de enero de 1 2005), establece que la competencia del Estado en materia ambiental tiene carácter compartido y es ejercida por autoridades del gobierno nacional, de gobiernos regionales y municipalidades, las que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental, liderados por el Ministerio del Ambiente), su finalidad es asegurar el cumplimiento de los objetivos ambientales de las instituciones públicas y garantizar la gestión ambiental coordinada, transectorial, descentralizada y participativa. La presente ley tiene por objeto asegurar el eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al Ministerio del Ambiente y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales a fin de garantizar que cumplan con sus funciones y de asegurar que se evite en el ejercicio de ellas superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos. La finalidad del Sistema Nacional de Gestión Ambiental es orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Mediante Ley N° 29325, se promulgó la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, esta ley desarrolla temas sobre las entidades competentes que forman parte del Sistema sus Órganos y las Funciones del **Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)**, así como su potestad sancionadora administrativa, su régimen laboral y económico, entre otros. Como ya se ha mencionado anteriormente, el ente rector que está a cargo del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, es el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), que se encarga de supervisar y garantizar que las funciones de evaluación, supervisión y fiscalización, control y potestad sancionadora en materia ambiental, a cargo de las diversas entidades del estado se realicen de forma independiente, imparcial, ágil y eficiente, de acuerdo con lo dispuesto con la legislación ambiental. Así, en el artículo 17° de la Ley N° 293 25 se señala que las conductas sancionables administrativamente por infracciones ambientales son las previstas en la Ley General del Ambiente y demás leyes sobre la materia. En lo que se refiere al incumplimiento de las obligaciones legales, la Ley General del Ambiente sanciona a través de la autoridad competente en base al Régimen Común de Fiscalización y Control Ambiental. La Ley señala como sanciones coercitivas, las siguientes: a. Amonestación. b. Multa no mayor de 10 000 UIT vigentes a la fecha en que se cumpla el pago. c. Decomiso, temporal o definitivo, de los objetos, instrumentos, artefactos o sustancias empleados para la comisión de la infracción. d. Paralización o restricción de la actividad causante de la infracción. e. Suspensión o cancelación del permiso, licencia, concesión o cualquier otra autorización, según sea el caso. f. Clausura parcial o total, temporal o definitiva, del local o establecimiento donde se lleve a cabo la actividad que ha generado la infracción.

LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y SU REGLAMENTO

Mediante la Ley N° 27446, aprobada el 23 de Abril del 2001, se creó el Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental -SEIA, como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos



derivados de las acciones humanas expresadas a través de la ejecución del proyecto de inversión. Por Decreto Legislativo N° 1078, publicado el 28 de junio de 2008, se modifica la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, cuyo objetivo es adecuar las funciones del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), conforme a las directivas del Ministerio del Ambiente (MINAM). Mediante el citado decreto legislativo se modifica los artículos 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 10°, 11°, 12°, 15°, 16°, 17° y 18° de la Ley 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Entre los aspectos más relevantes tenemos: La obligatoriedad de la certificación ambiental. El procedimiento para la certificación ambiental constará de las etapas siguientes: i) Presentación de la solicitud; ii) clasificación de la acción; iii) evaluación del instrumento de gestión ambiental; iv) resolución; y, v) seguimiento y control. La autoridad competente para cada tipo de proyecto que quede comprendido en el listado de inclusión a que se refiere el artículo 4 de la Ley N° 27446, es el Ministerio del sector correspondiente a la actividad que desarrolla la empresa proponente o titular del proyecto. Corresponde a las autoridades sectoriales, emitir la certificación ambiental de los proyectos o actividades de alcance nacional o multiregional, en el ámbito de sus respectivas competencias y a las autoridades regionales y locales los proyectos que dentro del marco del proceso de descentralización resulten de su competencia. Mediante el Decreto Supremo N° 019-2009, se aprobó el Reglamento de la Ley N° 27446, que se constituye como la norma general en materia de evaluación ambiental a nivel nacional. Así la evaluación ambiental es un proceso participativo técnico –administrativo, destinado a prevenir, minimizar, corregir y/o mitigar acerca de los potenciales impactos negativos que pudieran derivarse del proyecto.

LEY DE RECURSOS HÍDRICOS Y SU REGLAMENTO

Mediante la promulgación de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, se regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable. Mediante esta ley se busca modernizar y hacer más eficiente el uso del agua tanto para el sector productivo, como para el doméstico. Por medio de esta ley se crea el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, cuyo objetivo será articular el accionar del Estado para conducir los procesos de gestión integrada y de conservación de los recursos hídricos en los ámbitos de las cuencas, los ecosistemas y los bienes asociados. Asimismo, se precisa que la Autoridad Nacional del Agua es el ente rector y la máxima autoridad técnica normativa del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, teniendo bajo su responsabilidad el funcionamiento del mismo. Una de las funciones inherentes a dicha autoridad será elaborar el método y determinar el valor de las retribuciones económicas por los derechos de uso de agua, así como por los vertimientos residuales que se puedan efectuar en fuentes naturales. De igual manera, la Ley N° 29338 precisa en su artículo segundo que el agua constituye el patrimonio de la Nación. En tanto que el artículo 24° de la norma establece que los Consejos de Cuenca son espacios multisectoriales y privados, que tienen el objeto de participar en la planificación, coordinación y concertación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. Finalmente, mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG se aprobó el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, que tiene por objeto regular el uso y gestión de los recursos hídricos que



corresponden al agua continental, superficial y subterránea, y los bienes asociados a ésta. Asimismo, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, todo ello con arreglo a las disposiciones contenidas en la Ley de Recursos Hídricos, ley N° 29338

LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SU REGLAMENTO

Mediante la Ley N° 27314 se establece que la gestión y manejo de los residuos sólidos de origen industrial, agropecuario, agroindustrial o de instalaciones especiales que se realicen dentro del ámbito de las áreas productivas e instalaciones industriales o especiales utilizadas para el desarrollo de dichas actividades es regulada, fiscalizada y sancionada por los ministerios u organismos reguladores o de fiscalización correspondientes. La presente Ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana. Cabe mencionar que la Ley N° 27314 fue modificada por Decreto Legislativo N° 1065, que incorpora competencias a los gobiernos regionales y locales. El objetivo de dichas modificaciones fue el de promover el desarrollo de la infraestructura de residuos sólidos para atender la creciente demanda de la población y del sector privado. Asimismo, con la reciente creación de Ministerio del Medio Ambiente, algunas de las competencias que ostentaba la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) respecto del manejo de los residuos sólidos han sido atribuidas al nuevo Ministerio del Ambiente. El reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Supremo N° 057-2004- PCM, establece los procedimientos y criterios en la gestión y manejo de residuos sólidos a fin de asegurar que estos sean apropiados para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona humana. **3.3.1.12**

REGLAMENTO SOBRE TRANSPARENCIA, ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA AMBIENTAL Y PARTICIPACIÓN Y CONSULTA CIUDADANA EN ASUNTOS AMBIENTALES

Mediante Decreto Supremo N°002-2009-MINAM, publicado el 17 de enero del 2009 se aprobó el reglamento sobre transparencia acceso a la información pública ambiental y participación y consulta ciudadana en asuntos ambientales, cuya finalidad es establecer las disposiciones sobre acceso a la información pública con contenido ambiental, para facilitar el acceso ciudadano a la misma. Asimismo, tiene por finalidad regular los mecanismos y procesos de participación y consulta ciudadana en los temas de contenido ambiental. Finalmente, el reglamento también establece las disposiciones correspondientes para la actuación del MINAM como punto focal en los convenios comerciales internacionales con contenidos ambientales, y la consulta intersectorial en caso de reclamaciones de contenido ambiental presentadas por autoridades o personas extranjeras.

2.4.3 Responsabilidad Ambiental del Concesionario

El Concesionario será el responsable único e integral por la calidad ambiental de las actividades que desarrolle en relación a las obras.



El Concesionario deberá producir el menor impacto ambiental perjudicial sobre la población humana, flora, fauna, aire, suelo agua, paisaje, patrimonio histórico y/o cultural, relaciones sociales y el ambiente en general.

Los daños a terceros causados por el incumplimiento de estas normas, serán de entera responsabilidad del Concesionario, quien deberá resarcir los costos que resulten de dicho incumplimiento.

2.5 CONTENIDO MÍNIMO DE PROGRAMAS DEL PMA

El concesionario debe tener en cuenta – para el análisis de los problemas ambientales – el ANEXO 11 INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL, anexo al Informe 2 del estudio de Pre Inversión

El PMA presentado por el Concesionario deberá tener como mínimo los siguientes programas:

2.5.1 Programa de Coordinación Institucional

Es el programa necesario para la coordinación con autoridades y organismos competentes en materia de cruces, uso de infraestructura y redes de servicio para la construcción, así como para la coordinación con autoridades competentes en materia de cumplimiento de las normas ambientales vigentes. Como mínimo deberá establecer procedimientos documentados que describan los flujogramas que conectan los distintos organismos intervinientes con el Concesionario y su gestión interna.

2.5.2 Programa de Capacitación del Personal

Se preparará un programa documentado de capacitación de los distintos niveles jerárquicos de la empresa Concesionario con el fin de asegurar la preservación, protección y conservación del ambiente durante la construcción de las obras, de acuerdo con las normas ISO 14.001.

2.5.3 Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental

Este Programa permitirá el seguimiento de los indicadores seleccionados de acuerdo con los requerimientos de la legislación vigente. Se monitorearán parámetros relativos al comportamiento de las condiciones climatológicas e hidrológicas para prevenir la incidencia de éstos sobre la seguridad de la obra y el personal. Será de suma importancia el control de las acciones de mantenimiento de los distintos componentes del proyecto.

El Concesionario deberá presentar el plan documentado de monitoreo para la aprobación del Supervisor de Obra antes del inicio de ellas.

El Plan de Monitoreo deberá comprender el listado de parámetros que se deban analizar, los sitios en los que se efectúen los muestreos, la periodicidad de los mismos y las técnicas analíticas involucradas. El Concesionario propondrá los protocolos correspondientes y el tipo de archivo de registros para la aprobación del Supervisor de Obra.

El Concesionario desarrollará el Plan de Monitoreo con el fin de poder evaluar y realizar el seguimiento y determinar el grado de impacto producido por la obra durante la construcción.



Los parámetros seleccionados se controlarán desde el inicio a fin de que el Concedente tenga una idea del estado previo a la obra, de manera de desarrollar las medidas de mitigación en caso de superar los límites establecidos por las normativas vigentes, durante las etapas de construcción y funcionamiento. Por otro lado, el conocer las condiciones iniciales, permite definir las medidas a adoptarse, en caso de deterioro, a fin de dejar cada sitio al menos en las mismas condiciones, con la anuencia del Supervisor de Obra.

El muestreo estará a cargo del Concesionario, bajo la supervisión del Supervisor de Obra. Las muestras tomadas deberán ser remitidas a laboratorios oficiales debidamente habilitados y autorizados, para la determinación de las sustancias presentes y su concentración.

Bajo ningún motivo se autorizará la remoción de suelos o extracción de agua antes de los citados estudios. El resultado de los muestreos lo conservará el Supervisor de Obra y estará a disposición del Supervisor de Obra y de la Autoridad ambiental pertinente para cuando estos lo requieran.

Parámetro	Plan de Monitoreo
-----------	-------------------



Parámetro	Plan de Monitoreo
Agua	<p>Se controlarán parámetros físicos y químicos del agua subterránea y de desagües en los cuerpos de agua superficiales, antes y durante el desarrollo de las obras de excavación de los túneles, de las estaciones, de los pozos y de las obras secundarias.</p> <p>En los cuerpos de agua superficiales, las muestras se tomarán aguas arriba y aguas abajo de los puntos de le descarga.</p> <p>El listado de parámetros que se controlarán comprenderá, como mínimo, los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coliformes totales y fecales (NMP/100ml) • Hidrocarburos, grasa y aceites (mg/l)M • Sólidos Suspéndidos Totales (mg/l) • DBO (mg/l) • DQO (mg/l) • Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/l) • Nitritos (mg/l) • Fósforo Total (mg/l) • Metales Pesados • pH. <p>En cuanto al nivel del agua subterránea se controlará en diversos puntos, a lo largo de la traza de las obras de túneles, de estaciones, de pozos, de otras obras secundarias y en todos aquellos sitios en que se efectúe depresión de la capa freática.</p> <p>En proximidades de establecimientos que por sus características puedan suponer riesgos de contaminación de la capa freática o alrededor de tanques de combustibles en los obradores, el Concesionario deberá realizar el monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea y la posible implementación de barreras o bermas de contención para evitar la movilización de los contaminantes por escorrentía superficial. Los parámetros que se deben analizar son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hidrocarburos, grasa y aceites (mg/l)M • Metales Pesados <p>Antes de que se desmantelen los obradores, en todos los sectores que pudieran presentar contaminación tales como almacenamiento de combustibles, áreas de reparación y mantenimiento de vehículos y maquinarias, estación transformadora, se extraerán muestras de agua subterránea a fin de determinar su calidad y, de ser necesario implementar las medidas de remediación que correspondieran.</p>
Aire	Se determinará la calidad del aire debido a polvos y gases de combustión en las zonas ocupadas por los obradores, frentes de trabajo, plantas de elaboración y



Parámetro	Plan de Monitoreo
	<p>preparado de materiales, equipos, maquinarias y herramientas.</p> <p>El listado de parámetros que se controlarán comprenderá, como mínimo, los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partículas en suspensión; • CO₂; • CO; • Hidrocarburos.
Ruidos y Vibraciones	<p>Se procederá a la medición de ruidos y vibraciones en las áreas y operaciones críticas, fundamentalmente a los equipos, maquinarias y herramientas utilizados, a fin de no sobrepasar los límites establecidos por las normativas vigentes en el ámbito de la Ciudad de Lima, en el funcionamiento de las instalaciones auxiliares de las obras y el movimiento de maquinarias y equipos.</p>



Parámetro	Plan de Monitoreo
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá monitorear el suelo en los alrededores de los lugares donde el Concesionario almacena combustibles, lubricantes u otros fluidos que puedan ser contaminantes, para detectar posibles infiltraciones del mismo y adoptar las correcciones pertinentes. • En las excavaciones a cielo abierto próximas a establecimientos existentes, que por sus características pudieran haber dado lugar a la contaminación de los suelos, el Concesionario deberá extraer muestras de los mismos y mandarlas a analizar en laboratorios especializados. Si se identifican como residuos peligrosos, el Concedente les dará el tratamiento de acuerdo con lo especificado en la legislación Peruana aplicable. • Durante la ejecución de las excavaciones, tanto a cielo abierto como en túneles, se realizará la detección de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCC) del material extraído mediante un detector de fotoionización (PID), con la finalidad de determinar de forma preliminar la presencia de compuestos volátiles. En los casos en que el muestreo arroje resultados positivos, se procederá a la recolección de muestras de suelo y a su envío al laboratorio para los análisis correspondientes. Si se identifican como residuos peligrosos, por superar los límites fijados en la legislación Peruana aplicable, preexistentes a la actividad del Concesionario, éste encarará con conocimiento del Supervisor de Obra, el almacenamiento, transporte y tratamiento de los mismos de acuerdo con lo exigido por dicha norma o la que la reemplace en su defecto, por cuenta del Concedente, informando a la Autoridad Ambiental. (Ver ET Evacuación y depósito del material excavado). • En las excavaciones verticales para las estaciones y los pozos se realizará el control de contaminantes de origen inorgánico, mediante la extracción de muestras de suelo cada 5 m de profundidad. • En la excavación de los túneles, el control de contaminantes de origen inorgánico se realizará mediante la extracción de muestras cada 1000 metros. • Los procedimientos correspondientes a la recolección, envasado, preservación, manejo y almacenamiento de las muestras; como los procedimientos de los laboratorios para las determinaciones analíticas, deberán ser presentados por el Concesionario para su aprobación, previo al inicio de las tareas de excavación. • Antes de que se desmantelen los obradores, en todos los sectores que pudieran presentar contaminación, tales como almacenamiento de combustibles, áreas de reparación y mantenimiento de vehículos y maquinarias, estación transformadora, se extraerán muestras de suelo a fin de determinar los niveles de contaminación con el objeto de establecer las medidas de remediación que correspondieran implementar, que serán por cuenta y cargo del Concesionario.



2.5.4 Programa de Emergencias y Contingencias

El Concesionario establecerá un Plan de Emergencias y Contingencias como parte del PSST (ver especificación Técnica ET 06-I04-GEN-GEN-I-001_4-HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO) para la eventualidad de producirse incendios, derrames y/o pérdidas de combustibles, aceites, lubricantes, materiales peligrosos o contaminantes, accidentes, afectación de infraestructura de servicios o eventos de carácter natural que puedan generar contingencias que produzcan su interrupción y otras eventualidades, señalando cómo y quién actuará en cada caso y donde dirigirse.

Este programa, que se desarrolla a fin de anticipar las respuestas apropiadas ante la declaración de una contingencia debida a causas naturales o antrópicas, debe contener como mínimo lo siguiente:

- Identificación de la contingencia
- Personal afectado a controlar la contingencia
- Escalonamiento de la contingencia
- Acciones posteriores a la contingencia
- Simulacros y prácticas
- Revisión de los procedimientos.

Contingencia	Programa
Incendios	Se señalarán las zonas propensas a incendiarse o peligrosas como las de almacenamiento de combustibles. Se dotará a todos los equipos e instalaciones de elementos adecuados para asegurar que se controle y extinga el fuego, minimizando las probabilidades de propagación del mismo. Se designará a un responsable por parte de la empresa, de la coordinación con los diferentes organismos que intervendrían, como bomberos, Policía, entre otros. Junto con el responsable técnico principal a cargo de la emergencia, se elaborará un organigrama de colaboradores, con una clara cadena de mando para enfrentar las emergencias (brigadistas contra incendio), los que deberán conducir al personal hacia lugares seguros. Se designará un responsable de la comunicación, tanto externa como interna, es decir con la comunidad en general y con los familiares de los trabajadores, a los cuales se mantendrá permanentemente al tanto del decurso de los acontecimientos.



Contingencia	Programa
Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> • Se capacitará a todo el personal en la prevención de accidentes de trabajo. (ET Higiene y seguridad en el trabajo). • Se aplicarán las normas vigentes en cuanto a la señalización, equipos y ropas adecuadas. (ET Higiene y seguridad en el trabajo). • En cada obrador, planta y frente de trabajo se dispondrá en forma bien visible: <ul style="list-style-type: none"> - Número telefónico de emergencia. - Dirección del Centro asistencial más cercano. - Se suministrará a cada sitio un sistema de intercomunicación. - Se dispondrá de por lo menos un móvil adecuado para traslados de emergencia durante el desarrollo de la obra.
Derrames	<p>La empresa Concesionaria deberá cumplimentar con la normativa vigente en lo referido al transporte, recepción y depósito de los combustibles, aceites y lubricantes. Se deberán tomar recaudos para evitar cualquier tipo de contaminación. Para el caso de que ésta se produzca, se deberá informar al Supervisor de Obra y remediar dicha situación. El Supervisor de Obra deberá verificar que la remediación haya sido ejecutada, dejando constancia de ello, por escrito. En el caso de que el Concesionario en forma accidental vierta, descargue o derrame cualquier combustible o producto químico (que llegue o tenga el potencial de llegar a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos), notificará inmediatamente a la Autoridad ambiental pertinente y tomará las medidas adecuadas de remediación para contener y eliminar el combustible o los productos químicos llegados las aguas superficiales y subterráneas.</p>
Suspensión temporal de la obra por periodos prolongados	<p>En los casos en que no sea posible la prosecución de las obras, por dificultades técnicas, económicas y/o climáticas, por periodos prolongados, se deberá asegurar que dicha situación no impida el normal escurrimiento de los cuerpos de agua superficial y subterránea ni provoque daños ambientales respecto a la seguridad de personas, el ambiente y los bienes.</p>

2.5.5 Programa de Control de Gestión y de Calidad del PMA

El Concesionario, designará un Responsable de la Gestión Ambiental con título universitario y 10 años de experiencia en obras de similar magnitud y pondrá a su disposición el personal y medios necesarios para ello. A su vez, este profesional trabajará en estrecha relación con el responsable ambiental del Concedente y con el Supervisor de Obra.

El responsable ambiental del Concedente trabajará en coordinación con el Comité Técnico de Seguimiento designado por la Autoridad de Aplicación para la etapa de construcción de las obras.



2.5.6 Programa de Educación Ambiental

El Concesionario deberá colaborar con la Unidad Ambiental del Concedente, facilitando el acceso en condiciones de seguridad para eventuales visitas guiadas a las obras, así como proporcionar toda la Información adecuada para estos eventos, relativa y pertinente a la ejecución de las mismas. Para ello, el Concesionario programará con el Supervisor de Obras visitas guiadas por las obras de al menos una por bimestre, fijando un número máximo de participantes por visita y duración de la misma, cuidando de no afectar el cumplimiento del cronograma de la obra.

El Concesionario obtendrá a su cargo los seguros correspondientes para la realización de dichas visitas, con un número determinado de personas, a su coste y cargo a favor del Concedente.

A su vez, el Concesionario deberá programar con el Supervisor de Obra visitas de integrantes de su personal técnico a escuelas para dar conferencias sobre la obra y proporcionar material didáctico destacando los beneficios ambientales que ocasionará la misma. Las visitas se realizarán a establecimientos educativos del área de influencia de de las obras de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, a razón de una visita por mes durante el ciclo lectivo y a partir del comienzo de las obras.

2.5.7 Programa de Auditorías

El Plan de Manejo Ambiental debe incluir auditorías internas y estar diseñado para facilitar auditorías externas, por lo cual el mismo deberá estar documentado y ser trazable.

El programa y los procedimientos de auditoria deben comprender:

- a) Definición de las actividades y áreas que se deben considerar en las auditorías;
- b) La frecuencia de las auditorías;
- c) Fijación de las responsabilidades asociadas con la gestión y conducción de las auditorías;
- d) La modalidad, frecuencia y destinatario/s de la comunicación de los resultados de las auditorías;
- e) Los requisitos de competencia para la designación de los auditores;
- f) Modalidad y procedimientos de la conducción y realización de las auditorías.

2.5.8 Programa de Transparencia y comunicación

El Concesionario deberá facilitar la información su la obra en el respecto de los principios de transparencia y participación del pueblo y de las entes y asociaciones descentralizados.

Por eso utilizará los instrumentos adecuados y en particular a través de la red instituirá un portal de comunicación internet .

El portal internet será accesible a diferentes niveles según la calidad de la información derramada.



El portal podrá ser utilizado también por compartir informaciones de la gestión operativa de la obra como por ejemplo el estado de avance de las obras, las medidas de la auscultación y otras de similar naturaleza.

3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL DEL IMPACTO AMBIENTAL EN OBRA

Las presentes especificaciones establecen las normas a seguir para evitar, mitigar o compensar, dentro de lo posible, los eventuales impactos ambientales negativos producidos por la ejecución de las distintas tareas necesarias para la construcción de las obras de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

El PMA deberá respetar, como mínimo, las especificaciones para cada uno de los componentes o acciones de obra que se describen a continuación.

3.1 ASPECTOS AMBIENTALES RELATIVOS A LA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA A SER CONSIDERADOS EN EL PLAN DE GESTION AMBIENTAL

3.1.1 Aspectos relativos al Manejo y Transporte de Materiales Contaminantes

El manejo y transporte de materiales contaminantes y/o peligrosos deberán cumplir con la normativa vigente (párrafo "Marco Legal").

3.1.2 Aspectos Relativos al Transporte Durante la Construcción

1) Se deberá asegurar que ningún material caiga de los vehículos durante su paso por las calles o caminos públicos.

2) Los circuitos deberán estar convenientemente señalizados y se deben evitar daños a los caminos públicos, vehículos y/o peatones.

3) Las tuneladoras serán transportadas desde la Aduana hasta su sitio de inicio de trabajo, mediante camiones capaces de transportar grandes cargas, debiendo exigirse y verificar la correcta señalización de esta carga, cumplimiento de velocidades y seguros, de acuerdo con la normativa vigente

4) El Concesionario deberá tramitar todas las autorizaciones necesarias y planificar el recorrido del transporte de las tuneladoras hasta su sitio de trabajo, a fin de no encontrar interferencias por falta de espacio en lo ancho y en altura en el recorrido a realizar.

5) Los vehículos utilizados para el transporte de los trabajadores dentro del área de la obra y fuera de la misma, deben cumplir con las disposiciones legales vigentes respectivas a los vehículos de transporte público.

3.1.3 Aspectos Relativos a la Instalación de Obrador e Instalaciones Auxiliares

Estas normas se aplicarán a las siguientes instalaciones:

- Los obradores, incluyendo depósitos para almacenamiento y preparación de materiales, instalaciones de Seguridad e Higiene para el personal, oficinas



administrativas, mantenimiento de camiones, máquinas, equipos y almacenamiento de combustibles, lubricantes y otros fluidos peligrosos.

- Planta(s) de elaboración de mezclas de hormigón.
- Planta(s) de elaboración de Dovelas.
- Estación(es) Transformadora(s).
- Obradores en Puntos Sensibles, correspondientes a las obras a realizarse en zonas urbanas con limitaciones debido a la presencia de tráfico, de servicios subterráneos, de infraestructuras existentes, y edificios y sus accesos.

- 1) En las áreas de instalación y operación de los obradores, donde serán localizados planta de elaboración de mezclas, planta de fabricación de dovelas, estación transformadora, depósitos y maquinarias, se respetarán las alturas máximas de construcción y operación, establecidas por el cono de arribos y despegues de aviones, debido a la presencia del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.
- 2) El Concesionario deberá construir y mantener las instalaciones de los obradores, aprobadas por el Supervisor de Obra, en condiciones de seguridad, tanto para el personal como para la población circundante. Además, deberá cumplimentar con las pautas de escurrimiento superficial del agua. No instalará las plantas en terrenos particulares sin previa autorización por escrito del dueño o representante legal.
- 3) En los accesos y las zonas circundantes, el Concesionario deberá señalar tanto la existencia del obrador y/o instalaciones auxiliares como la advertencia de accesos y tránsito de maquinaria pesada.
- 4) Todos los obradores deberán contar con las instalaciones sanitarias adecuadas, tales como inodoros, mingitorios, duchas y vestuarios para higiene del personal, o en su defecto baños químicos, incluyendo la evacuación de los líquidos cloacales, cumplimentando con las autorizaciones y normativas vigentes. (Ley de referencia).
- 5) El sector de obrador destinado a la reparación y mantenimiento vehículos y maquinarias, de cualquier tipo, deberá ser acondicionado de modo tal que su limpieza o reparación no implique modificar la calidad y aptitud de las aguas superficiales o subterráneas en el área de obra así como producir la contaminación del suelo circundante. Se deberán arbitrar las medidas que permitan la recolección de aceites y lubricantes para su posterior traslado a sitios autorizados por las normativas vigentes.
- 6) El Concesionario deberá contener los materiales provenientes a granel de manera que no exista posibilidad de arrastres por escurrimientos de agua ni dispersión de partículas por corrientes de aire, pudiendo disponerse de coberturas solapadas y aseguradas para evitar la dispersión.
- 7) El Concesionario deberá realizar el adecuado y periódico mantenimiento de todos los equipos y maquinarias, que utilice en las instalaciones para el movimiento y transporte de materiales a fin de evitar el mal funcionamiento y que provoque ruidos y gases de combustión no aceptables por las normas vigentes. Asimismo se extremarán las precauciones para el buen funcionamiento de las plantas de mezcla de hormigones, plantas



de fabricación de dovelas e instalaciones auxiliares, en lo referente a la emisión de polvo, a la recuperación de finos y generación de ruidos.

- 8) El Concesionario respetará, para aquellas actividades a menos de 500 m de residencias, los niveles sonoros máximos establecidos para los horarios diurnos y nocturnos por el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido"
- 9) El Concesionario deberá adecuar o realizar todos los tratamientos necesarios de todos los efluentes residuales líquidos, sólidos y gaseosos de manera de cumplir con las normativas vigentes
- 10) El Concesionario, durante la construcción de la Obra, deberá barrer todos los pisos, cuidar la limpieza de todas las superficies exteriores e interiores, y disponer todos los residuos y escombros producidos por la obra contratada siguiendo lo establecido en 3.1.14 de esta especificación. Mantendrá en todo momento las instalaciones en condiciones adecuadas de limpieza. No se utilizará el agua como elemento de limpieza cuando ésta pueda generar exceso de barro.
- 11) En todos los casos, el Concesionario proveerá los medios adecuados para la correcta clasificación y depósito de los residuos sólidos hasta su posterior retiro. En el obrador destinado a la construcción de los túneles aliviadores, ubicado en Punta Carrasco, no se verterán efluentes residuales líquidos o residuos sólidos al Río de la Plata. Punto 3.1.14
- 12) Una vez finalizada la obra el Concesionario deberá dismantelar el obrador, salvo indicación contraria, y remediar todo daño ambiental, de modo tal que el predio quede sin ningún pasivo ambiental. Con anterioridad a la emisión del acta de recepción de la obra, el Supervisor de Obra, con el apoyo de la Unidad Ambiental, arbitrará los medios para un eficaz control de tal situación.
- 13) Los residuos resultantes deberán ser tratados de acuerdo con lo establecido en el punto 3.1.14 de ésta especificación o según lo establezca el Supervisor de Obra.

3.1.4 Aspectos Relativos a la Delimitación del Área de Trabajo

- 1) El Concesionario deberá realizar si correspondiere los trabajos de acondicionamiento del terreno en un área mínima compatible con los requerimientos constructivos y los criterios establecidos en las correspondientes Especificaciones Técnicas de Este Pliego. De esta forma, se verá reducida la perturbación de la situación natural del terreno, limitando las consecuencias ambientales vinculadas con la limpieza, tal como el peligro de pérdida de suelo, las interferencias con diversas actividades humanas y las alteraciones en los hábitats del lugar.
- 2) Para la delimitación del área de trabajo dentro del área de los obradores, los cuales durante la construcción representan a los pozos de inicio de tuneladoras, el Concesionario utilizará un vallado de seguridad perimetral convenientemente señalado y pintado con franjas rojas y blancas retroreflectantes alternativas a 45°.
- 3) El Concesionario deberá colocar vallados provisionales en los lugares que se indique en los planos y con respecto de las normas vigentes que resulten necesarias a fin de brindar



protección al público, a los obreros y a la propiedad pública y privada contra eventuales daños y perjuicios. Se respetará lo especificado en la ET Obradores.

- 4) Proporcionar y mantener los caminos de acceso, aceras para cruces, rampas y pasadizos que resulten necesarios para el acceso a la Obra.
- 5) Proporcionar y mantener los portabanderas, señales para el tránsito, vallas, luces o balizamiento que se requieran para realizar los trabajos y proteger al público.
- 6) El Concesionario deberá evitar daños que pudieran sufrir durante la ejecución de los trabajos, propiedades privadas y públicas aledañas a la Obra.
- 7) Deberá proporcionar protección para las instalaciones finalizadas total o parcialmente y a los equipos durante la ejecución de los trabajos.

3.1.5 Aspectos Relativos a la Restricción de Tránsito

En vía preventiva el concesionario debe presentar un programa temporal detallado de construcción y una modelación de los efectos de ese programa en el tráfico de la ciudad de Lima.

Los efectos del programa del tráfico de Lima Callao deberán ser simulados a través de un programa de simulación de tráfico.

La modelación debe ser efectuada sobre la base de datos de tráfico de la ciudad de Lima incluidos en los estudios preliminares; además serán efectuados las medidas de tráfico local para actualizar el modelo de tráfico.

La modelación debe ser efectuada con programa de análisis de tráfico de adecuada calidad como por ejemplo:

VISSUM, TRANUS, AIMSUM, CUBE y otros de similar naturaleza

Después de la construcción y validación del modelo de tráfico se simulará el efecto de las restricciones del tráfico conectadas a la ejecución de los trabajos según el cronograma planeado.

El concesionario debe minimizar los efectos de las restricciones de tránsito en la viabilidad por efecto de los trabajos – además con modificaciones del programa de trabajo - y tendrá que proponer adecuadas medidas de mitigación de los efectos a través de soluciones viarias, de desviación del tráfico, de modificaciones temporales de las vías, de la introducción de señalizaciones diferentes.

El concesionario deberá efectuar un adecuado análisis de riesgo para evaluar los efectos de retrasos o imprevistos u otro evento que puede verificarse a lo largo de la ejecución de la obra y además proporcionar las soluciones o las medidas de mitigación.

Para las tareas que proporcionan una interrupción o una limitación del tránsito se deberá entregar un diseño de las modificaciones de la viabilidad alrededor del lugar de trabajo y de las consiguientes medidas de mitigación.

Las soluciones y las medidas de mitigación deberán ser concordadas con la Gerencia de Transporte Urbano de la Ciudad de Lima o de Callao a través de la Supervisión de la Obra.



El Concesionario debe solicitar el Permiso de Obra con suficiente anticipación con respecto a la fecha de inicio efectivo de los trabajos, a ENTE 1. Para ello, tramitará ante la GERENCIA DE TRANSPORTE URBANO de la ciudad Metropolitana de Lima (GTU):

- 1) , un Permiso para Tránsito, el cual habilitará la interrupción del mismo para las tareas que deba realizar el Concesionario. El GTU, estudiará la mejor alternativa y dará el visto bueno del Permiso. El Concesionario deberá proponer un cronograma de cortes parciales o totales de calles o avenidas, los cuales deberán ser publicados en los medios masivos de comunicación. Además se identificarán las líneas de transporte público afectadas a las cuales se les dará aviso con alternativa de recorrido propuesta, las que también serán informadas en los medios de comunicación masiva.
- 2) Con la obra aprobada, sus características y el correspondiente cronograma, la GTU publicará la misma (en la página Web), con los cortes correspondientes anunciados con antelación.
- 3) El Concesionario preparará los carteles de señalización, cuyo diseño debe ser aprobado por la GTU GERENCIA DEL TRANSPORTE URBANO. En caso de ser necesario contratar policías para el desvío de tránsito, se hará a través de la oficina de la Policía Nacional del Perú, con cargo al Concesionario.
- 4) El Concesionario solicitará a la Municipalidad la reprogramación de los semáforos, la colocación de nuevas unidades y reubicará las paradas de colectivos cuando sea necesario, de acuerdo al cronograma de obras y cortes programados. Los gastos de las tareas antes mencionadas corren por cuenta del Concesionario.
- 5) El Concesionario deberá presentar un plan para aprobación del Supervisor de Obra para informar a todos los frentistas, con no menos de un mes de anticipación y en forma clara y concisa, el motivo y el tiempo de duración en que se verán afectados por la delimitación del área de trabajo debido a la ejecución de las obras. Asimismo, el plan deberá contemplar la publicación, mediante los medios de comunicación masiva, de las zonas afectadas por las obras y los caminos alternativos de tránsito vehicular, pesado y de transporte público.
- 6) Respecto a las interferencias que pudieran producirse en el tránsito, el Concesionario deberá:
 - Prever lugares de estacionamiento para la construcción, a fin de minimizar interferencias
 - Minimizar la obstrucción de carriles para tránsito de paso.
 - Proveer a su cargo, a través de adicionales de la Policía, el personal necesario para dirigir el tránsito, a fin de facilitar el paso del tránsito y evitar los congestionamientos.
 - Programar las operaciones que deban realizarse en lugares de tránsito vehicular fuera del horario pico.

3.1.6 Aspectos Relativos al Desmalezado y/o Retiro de Ejemplares Arbóreos

- 1) El Concesionario deberá minimizar la destrucción de la vegetación natural o el arbolado existente. De acuerdo con la normativa vigente no se permitirá el talado de árboles.
- 2) La tala o extracción de árboles deberá ser impedida salvo que este prevista en el proyecto y haya sido autorizada por la autoridad competente.



- 3) El Supervisor de Obra autorizará o no, la extracción de árboles públicos que a criterio del Concesionario interfieran con la ejecución de las tareas a desarrollar. Dicha situación deberá ser informada al ente respectivo.
- 4) Se deberá señalar el área en el momento de ejecución de dicha tarea.
- 5) En el caso de ser necesario el retiro de árboles para ejecutar la obra, deberá intervenir en el ente respectivo para que indique si son especies de valor para ser trasplantables o si son desechables, estableciendo su reemplazo en una cantidad de árboles por lo menos igual o superior a los que han sido cortados. La provisión de árboles y el transporte hasta la obra estará a cargo del Concesionario.
- 6) Se deberán proteger los árboles y plantas de la zona y de las propiedades adyacentes.
- 7) Se deberán envolver con cañamazo los árboles y arbustos adyacentes a la zona de construcción, a las zonas de depósito y de paso de camiones y encerrarlos con estructuras de madera hasta 2 m de altura.
- 8) Se debe tener cuidado de no dañar las raíces de los árboles durante las excavaciones y el relleno.
- 9) En todos los casos el corte y poda de árboles se realizará con elementos adecuados para tal fin, como son sierras de mano, tijeras filosas, serruchos, motosierras, entre otros, quedando terminantemente prohibido la utilización de topadoras para este fin. Para evitar daños en zonas aledañas y vegetación cercana, el Concesionario deberá utilizar equipamiento que minimice la perturbación del suelo, su compactación y la pérdida de la cubierta superficial.
- 10) Los árboles a talar deben estar orientados, según el corte, para que caigan sobre el lado despejado, evitando así que en su caída, deterioren la vegetación o forestación restante, cableado de servicios o dañe infraestructuras existentes.
- 11) Los restos vegetales, ramas, pastizales y hojas deberán ser acopiadas en sectores apropiados para su posterior tratamiento o disposición en áreas utilizadas para tal fin. Bajo ningún concepto se eliminará el producto no utilizable de estos trabajos por medio de la acción del fuego.
- 12) Si los trabajos se realizan en zonas donde existe peligro potencial de incendio del área circundante se deberá:
 - Adoptar las medidas necesarias para evitar que los trabajadores efectúen actividades depredatorias y/o enciendan fuego en la construcción.
 - Dotar a todos los equipos e instalaciones de elementos adecuados para asegurar que se controle y extinga el fuego, minimizando las probabilidades de propagación del mismo.
- 13) No se utilizarán defoliantes. En caso de que fuera necesario realizar una defoliación, se utilizarán sólo aquellos productos que no contengan dioxinas y que estén autorizados por la ley Peruana.
- 14) Para los encofrados de obras de drenaje y otras obras de arte, el Concesionario utilizará únicamente la madera previamente cortada. En caso que ésta fuera insuficiente, se buscará



reciclar el material ya utilizado y si fuera justificado se comprará madera ya aserrada y sólo se utilizará para estos fines *madera de los árboles* talados con la aprobación del Supervisor de Obra.

3.1.7 Aspectos Relativos a la Rotura de Pavimentos y/o Veredas

- 1) El Concesionario deberá evitar al máximo la rotura de pavimentos y/o veredas, limitando estas áreas a las mínimas necesarias.
- 2) En la utilización de equipos de percusión para la rotura de pavimentos, se deberán respetar los niveles sonoros y los valores límites de transmisión de vibraciones a ambientales interiores establecidos en la Ley vigente.
- 3) Las operaciones generales del Concesionario se realizarán de forma tal que los niveles de ruido respeten la Ley vigente.
- 4) En el caso de que el pavimento de la calzada esté constituido por adoquines, estos serán retirados y *acopiados en lugares que no interfieran* con la circulación tanto peatonal como vehicular hasta su recolocación.

3.1.8 Aspectos Relativos al Suministro y Movimiento de Materiales

- 1) Cuando se transporten materiales finos, el Concesionario deberá disponer coberturas solapadas y aseguradas en todos los laterales de la caja del camión a fin de evitar su dispersión; en caso de que el transporte de los materiales lo realice otra empresa, el Concesionario le deberá exigir al proveedor de los materiales su adecuado transporte y protección.
- 2) En las áreas de disposición o almacenamiento de materiales, el Concesionario deberá implementar un adecuado drenaje con decantadores de sedimentos u otros materiales, previo al ingreso a los receptores de las redes externas de pluviales.
- 3) En caso de transporte o traslado de materiales peligrosos el Concesionario deberá cumplir y/o exigir la normativa vigente.
- 4) El Concesionario deberá reducir al mínimo la utilización de solventes u otros materiales de limpieza, en general de maquinaria de obra, con alto nivel de combustión, debiendo ser presentado ante el supervisor de obra la aplicación, cantidad, manipulación y tratamiento que se les dará.
- 5) El Concesionario deberá diseñar la forma de aprovisionamiento y almacenamiento de combustibles y lubricantes para la reparación y mantenimiento de vehículos y maquinarias de todo tipo, de forma tal que de existir derrames y desechos contaminantes no percolen al suelo absorbente o contaminen las aguas subterráneas ni escurran hacia la red de pluviales existente. Se deberán realizar adecuadamente dichas tareas y disponer de los medios adecuados para preservar estos factores del medio natural.



3.1.9 Aspectos Relativos a la Excavación y Movimiento de Suelos

- 1) Los Responsables de la Gestión Ambiental del Proyecto, cuidarán que los aspectos relativos a la excavación, transporte y disposición de suelos cumplan con las normas legales ambientales vigentes.
- 2) Se ejecutarán las cunetas, zanjas de guardia y de desagüe y demás trabajos de drenaje, con anterioridad a los demás trabajos de movimiento de suelos o simultáneamente con éstos, de manera de lograr que en la ejecución de las excavaciones y en la formación eventual de terraplenes, se tenga asegurado un desagüe correcto todo el tiempo, a fin de evitar embancamientos, acumulación de agua y arrastre de sólidos.
- 3) El Concesionario deberá retirar todo el material de la boca del túnel inmediatamente después de su excavación. No se permitirá la acumulación de material y de excavación dentro del túnel.
- 4) Se deberá mantener la vía pública libre de escombros o tierra, a satisfacción de las autoridades locales. Esto incluye la limpieza externa de los vehículos cargados previa a la iniciación del viaje.
- 5) No se permitirá la acumulación de material de excavación en otras zonas de las Obras a menos que el Supervisor de Obra lo solicite específicamente.
- 6) El Concesionario deberá asegurarse de que el material de excavación no sea descargado ni siquiera transitoriamente en ningún lugar entre la zona de obra y el área de descarga autorizada.
- 7) El suelo o material sobrante final de las excavaciones, se depositará en lugares autorizados por el Supervisor de Obras según ET Evacuación y depósito del material excavado. El Concesionario no depositará ningún material en terrenos de propiedad privada sin la previa autorización del dueño, debidamente ejecutada, protocolizada y con visto bueno del supervisor de obra.
- 8) Cuando se realice la disposición del material sobrante de la excavación de suelos, en el sitio autorizado, se asegurará el drenaje adecuado.
- 9) Cuando se dispongan materiales gruesos en los sitios autorizados, a menos que el Supervisor de Obra especifique lo contrario, se recubrirán con suelos finos que permitan formar superficies razonablemente parejas de suelo orgánico que se recubrirá con pastos u otra vegetación natural de la zona.
- 10) Se deberá disponer de un sitio autorizado para depositar los suelos transitoriamente durante los días en que no pueda disponerse en el sitio de disposición final por causas diversas.
- 11) La tierra vegetal de las áreas verdes que se destinen a obradores, depósitos e instalaciones auxiliares deberá ser previamente removida y colocada en depósitos transitorios autorizados por el Supervisor de Obra para ser utilizada en la recuperación de éstas. Asimismo los suelos vegetales que necesariamente sean removidos, deberán acumularse y conservarse para utilizarlos posteriormente en la recomposición de la cobertura vegetal, en los sitios donde corresponda.



3.1.10 Aspectos Relativos a la Remoción de Obras Existentes

- 1) El Concesionario utilizará solamente los lugares de depósitos aprobados por el Supervisor de Obra.
- 2) La tierra vegetal de las áreas de depósito deberá ser removida antes y colocada en depósitos transitorios autorizados por el supervisor de obra para ser utilizada en las áreas de recuperación.

3.1.11 Aspectos relativos al Movimiento de Vehículos y Maquinarias

- 1) El Concesionario deberá cumplir con el adecuado mantenimiento de motores, carburación, silenciadores, cubiertas de los equipos móviles, maquinaria pesada y camiones.
- 5) El Concesionario deberá respetar los niveles sonoros adecuados durante los horarios diurnos de trabajo (15 horas) y restringir cualquier trabajo que produzca un ruido objetable en el período nocturno (9 horas VERIFICAR) de acuerdo con la ley vigente o la normativa vigente exigible.
- 2) El Concesionario deberá realizar el aprovisionamiento de combustibles y el mantenimiento del equipo móvil y maquinaria, incluyendo lavado y cambios de aceite, de manera de no contaminar el suelo o las aguas.
- 3) En caso de subcontratar el servicio de transporte de camiones, el Concesionario se exigirá que los mismos cumplan con las exigencias específicas del Reglamento de Peso y Dimensión Vehicular para la Circulación en la Red Vial Nacional aprobado por Decreto Supremo N° 013-98-MTC y toda normativa vigente al momento de realizarse las tareas.
- 4) En el caso de aprovisionamiento y mantenimiento del equipo móvil y maquinaria, incluyendo el lavado y cambios de aceites, los mismos deberán llevarse a cabo en un área destinada a tal fin, de acuerdo con la normativa vigente exigible.
- 5) Los aceites y combustibles residuales deberán ser almacenados en recipientes adecuados para su posterior traslado al sitio de tratamiento.
- 6) El Concesionario deberá llevar un registro fechado de identificación de todos los camiones que ingresan en o salen del lugar de las obras y transportan materiales de excavación.

3.1.12 Aspectos Relativos al Drenaje y Escurrimiento de Agua

- 1) El Concesionario deberá proporcionar los drenajes y bombeos temporales que resulten de necesidad para mantener la zona y las excavaciones libres de acumulaciones de líquidos.
- 2) Después de practicar el tratamiento adecuado y obtener los permisos requeridos, el Concesionario deberá dirigir todas las descargas de drenaje hacia el sistema cloacal o pluvial según corresponda o se autorice.
- 3) Proporcionar las instalaciones de tratamiento de agua necesarias para remover los sólidos suspendidos antes de descargar en el Sistema cloacal o pluvial según corresponda o se autorice.
- 4) Todas las descargas deberán ajustarse a las normas que rigen las descargas cloacales y/o pluviales y a lo dispuesto por las autoridades competentes y/o concesionarias competentes.



- 5) Proporcionar instalaciones temporales separadas de tratamiento de agua para el desagote del túnel y para el drenaje de excavaciones a cielo abierto.
- 6) Mantener las instalaciones de tratamiento de agua en buenas condiciones. Remover periódicamente todos los sedimentos depositados y retirarlos del lugar con la aprobación del Supervisor de Obra y de acuerdo con los requerimientos de las autoridades competentes.
- 7) Proporcionar todos los accesos que resulten necesarios y colaborar con el Supervisor de Obra para permitir los muestreos y pruebas de las descargas que se produzcan en la zona.

3.1.13 Aspectos Relativos a Efluentes Residuales Líquidos

- 1) En todos los casos, el Concesionario deberá mantener todos los lugares de operación, vías de agua, drenajes naturales y/o desagües, libres de obstáculos y desperdicios de materiales o residuos y retirar todo el material sobrante e instalaciones temporales tan pronto como sea posible.
- 2) El Concesionario deberá presentar, para su aprobación, ante el supervisor de obra un Plan de Muestreo estableciendo los parámetros y frecuencia, las cuales deberán cumplir como mínimo con las normativas vigentes, de todos los efluentes líquidos que se generen en el desarrollo de las diversas actividades durante la construcción de las obras, como ser agua utilizada para la elaboración de mezclas, escurrimientos debido a las lluvias, desagües domésticos, depresión de la capa freática, lavado y mantenimiento de equipos, maquinarias y camiones, entre otros usos.
- 3) El Concesionario deberá disponer de los medios adecuados para realizar los tratamientos que correspondan en cada caso de los líquidos residuales, de forma tal de cumplir con las normativas vigentes para su vuelco.
- 4) De cumplir con los límites de los parámetros establecidos por las normativas vigentes, los líquidos residuales podrán ser evacuados a conductos cloacales y/o pluviales, previa autorización de la Inspección y autoridades de competencia.
- 5) En aquellas áreas donde exista la posibilidad de escurrimiento de agua con arrastre de materiales, el Concesionario deberá disponer de cámaras de retención o tratamientos necesarios a fin de que dichos materiales no ingresen a los desagües.
- 6) El Concesionario no verterá aguas de lavado o de enjuague de hormigones a los cursos de agua, como tampoco de cualquier otro residuo proveniente de las operaciones de mezclado de los hormigones.

3.1.14 Aspectos Relativos a la Generación de Escombros y Residuos Sólidos

- 1) El Concesionario deberá proveer los medios para la clasificación de los residuos a fin de que éstos reciban el tratamiento y disposición de acuerdo con sus características y normativas vigentes. Su disposición permanente o temporaria se efectuará de manera tal de no generar contaminación de suelos y aguas, peligros de incendio o bloquear los accesos a las instalaciones del lugar.



- 2) Cuando en la construcción de las obras de derivación y pozos de acceso se almacenen residuos en forma transitoria, que pongan en riesgo o puedan afectar la calidad de vida de la población, este almacenamiento deberá realizarse de acuerdo con la autorización de la autoridad de aplicación de las normas de higiene y seguridad ambiental.
- 3) El Concesionario deberá proveer todos los contenedores adecuados y necesarios para la recolección y disposición de materiales de desechos, escombros y residuos en general, previa determinación de que los mismos no puedan ser reutilizados.
- 4) El Concesionario deberá establecer un programa para el tratamiento y disposición, de acuerdo con las normativas vigentes, de los residuos sólidos que se generen del mantenimiento de los equipos, maquinarias y camiones. Por ningún motivo estos residuos serán volcados a las corrientes de agua o abandonados en el lugar.
- 5) Los residuos sólidos se transportarán y almacenarán adoptando las medidas necesarias para evitar derrames, pérdidas y/o daños por lluvias y/o anegamientos e incendios.
- 6) El Concesionario deberá presentar ante la Inspección, el certificado de disposición final de estos residuos en caso de corresponder.
- 7) El Concesionario deberá implementar la *Gestión Integral de los residuos*, durante la construcción de las obras. Es importante aclarar que en caso de la eventual generación de residuos peligrosos, será de aplicación la Ley de referencia para Residuos Peligrosos y normas complementarias.
- 8) El Concesionario deberá implementar la gestión correspondiente para la recolección de los escombros durante la construcción de las obras, teniendo en cuenta las últimas disposiciones de la Autoridad Competente sobre recolección de residuos.
- 9) El exceso de suelo no contaminado de la ejecución de las obras, será transportado hasta un lugar de disposición definitiva indicado por la Autoridad Competente.

3.1.15 Aspectos Relativos a las Emisiones Gaseosas y de Partículas

- 1) El Concesionario no podrá quemar sobrantes de combustible, lubricantes utilizados, materiales plásticos, neumáticos, cámaras, recipientes o cualquier otro desecho.
- 2) El Concesionario deberá realizar las tareas de vuelco y traslado de los diversos materiales y escombros de manera tal de provocar la menor cantidad de polvo. Además, mantendrá en condiciones de humedad necesarias aquellas áreas donde exista la posibilidad de dispersión de material particulado en la atmósfera.
- 3) Deberá asegurarse de que las emisiones de polvo hacia las propiedades aledañas a las obras no excedan de los requerimientos de la reglamentación vigente. El Concesionario deberá medir periódicamente y/o a pedido del Supervisor de Obra la emisión de polvo a fin de asegurarse de que se encuentra dentro de los límites permitidos.
- 4) El Concesionario deberá realizar o exigir los mantenimientos necesarios de todos los equipos, maquinarias y camiones tal de evitar emisiones gaseosas debidos a una mala combustión.



- 5) Cuando resulte necesario acudir a la aserradura o molido de hormigón, se deberá utilizar sierras y moledoras de tipo húmedo con agua suficiente para prevenir la dispersión del polvo.
- 6) El Concesionario será responsable por la suciedad y el barro que se transporta hacia los caminos y áreas de estacionamiento a través de los vehículos que ingresen en y salgan de la zona de obras. El supervisor de obra dará las indicaciones necesarias para proceder a la limpieza de las zonas afectadas. Si el Supervisor de Obra considerara que el Concesionario no estuviera removiendo el barro del camino, tomará las medidas necesarias para que se proceda con la operación de limpieza, siendo los costos a cargo del Concesionario.

3.1.16 Aspectos Relativos a la Generación de Ruidos y Vibraciones

- 1) En lo que respecta a la generación de ruidos y vibraciones las operaciones del Concesionario se realizarán respetando lo establecido en la ley vigente y normas complementarias.
- 2) El Supervisor de Obra se reserva el derecho de vigilar el ruido vinculado a la construcción como lo estime conveniente. En el caso de que los niveles de ruido superen los parámetros admitidos, el Concesionario tomará las medidas que sean necesarias para adecuarlos antes de proceder con las operaciones.
- 3) El equipo no será alterado de ninguna forma que provoque que los niveles de ruido sean más altos que los producidos por el equipo original. Asimismo los equipos deberán mantenerse en perfecto estado de funcionamiento para evitar ruidos innecesarios.
- 4) Cuando sea factible, el Concesionario establecerá vías de transporte que alejen a sus vehículos de zonas pobladas y aseguren que las molestias ocasionadas por las operaciones de transporte se reduzcan al mínimo. Se deberá reducir la velocidad de vehículos afectados a la construcción, para encuadrarlos dentro de los niveles de ruidos y vibraciones aceptables.
- 5) Si fuera necesario, las instalaciones fijas serán aisladas acústicamente. Se emplearán sordinas y equipos auxiliares para amortiguar el ruido y las vibraciones.
- 6) En áreas cercanas a hospitales o centros de salud, u otros lugares sensibles (como por ejemplo iglesias, bibliotecas, sitios con necesidades especiales, etc.) el Concesionario deberá extremar las medidas en cuanto a la generación de ruidos, horarios de trabajo y generación de polvo.

3.1.17 Aspectos Relativos a las Interferencias con Infraestructura de Servicios

- 1) El Concesionario deberá verificar en todos los casos la existencia de las infraestructuras de gasoductos, electricidad, redes de saneamiento, autopistas y autovías, identificadas en la etapa de diseño del Proyecto Ejecutivo. Asimismo deberá informar al Supervisor de Obra de toda nueva identificación o cualquier cambio respecto a los datos señalizados en la etapa de proyecto.
- 2) Ante la necesidad de interrumpir, modificar o realizar alguna intervención sobre alguna de las infraestructuras de servicios, el Concesionario deberá informar al Supervisor de Obra



así como también a las autoridades competentes, debiendo contar con la autorización de éstos para continuar con las obras.

- 3) En todos los casos, el Concesionario adecuará las obras a las normativas vigentes y respetará lo indicado en la ET Protección y reubicación de los servicios existentes.
- 4) En el caso de ser necesario cortes de servicios básicos en forma temporal (electricidad, gas, agua, cloacas, telefonía), el Concesionario deberá informar con la debida antelación a las empresas de servicios de su necesidad.
- 5) El Concesionario deberá coordinar con el Concedente para que éste informe a la población afectada por cortes de servicio con una anticipación mínima de 24 horas por los medios habituales para este tipo de comunicación.
- 6) El Concesionario, durante la construcción, realizará los mantenimientos adecuados en las calles afectadas por las obras y que, debido al tránsito pesado y maquinaria, sufran roturas.
- 7) El Concesionario no podrá hacer trabajo alguno en instalaciones existentes de la Autoridad Competente sin la debida autorización específica y expresa de la Autoridad Competente a través del Supervisor de Obra. Deberá coordinar los trabajos a los efectos de no provocar inconvenientes en la prestación de servicios.

3.1.18 Demanda de Servicios (Consumo de Energía y Utilización de Agua)

- 1) El Concesionario acordará con las empresas prestadoras de servicios de energía, agua y residuos la modalidad de la prestación y lo comunicará al Supervisor de Obras.
- 2) Se deberán implementar con suficiente antelación todos los trámites necesarios para el suministro de los servicios de agua y energía ante las empresas prestatarias pertinentes y se le comunicará al Supervisor de Obra.

3.1.19 Aspectos Relativos a Hallazgos Arqueológicos y Paleontológicos

- 1) En el caso de algún descubrimiento de materiales prehistóricos, reliquias, fósiles, meteoritos, u otros objetos de interés arqueológico, paleontológico o de raro interés mineralógico durante la realización de las obras, el Concesionario tomará de inmediato las medidas para suspender transitoriamente los trabajos en el sitio del descubrimiento y notificará al Supervisor de Obra y a la Autoridad de Aplicación a cargo de la investigación y evaluación de dichos hallazgos.
- 2) El Comité de Seguimiento deberá contar con la asistencia de un asesor con experiencia en excavaciones de rescate paleontológico y en estratigrafía bonaerense. Serán tareas de dicho asesor:
 - 3) Monitoreo de todas las excavaciones efectuadas, tanto las realizadas a cielo abierto como todas aquéllas donde se pueda acceder al frente de la excavación.
 - 4) Notificar al Supervisor de Obra y la Autoridad de Aplicación sobre todos los hallazgos realizados con su correspondiente información de localización geográfica y estratigráfica.



- 5) Colaborar con las autoridades competentes en el rescate, acondicionamiento para su transporte, limpieza, identificación e inventariado de las piezas halladas. Estas tareas serán supervisadas por personal del Museo Argentino de Ciencias Naturales.
- 6) El Concesionario deberá implementar entre el personal de la obra, en el marco de las Normas ISO 14.001, tareas de difusión y concientización de la importancia cultural y científica del patrimonio paleontológico. Deberán elaborar un manual de procedimientos para los operarios en el caso de hallar restos fósiles.
- 7) Los materiales rescatados serán depositados para su custodia en el Museo Argentino de Ciencias Naturales y pasarán a formar parte de sus colecciones.
- 8) Cuando la protección, relevamiento o traslado de hallazgos arqueológicos, paleontológicos y mineralógicos raros tuviera el efecto de retrasar el avance de la obra, el Concesionario propondrá el ajuste de la metodología de trabajo para que no afecte el plazo total de las tareas. En caso de producirse demoras deberán ser justificadas ante el Supervisor de Obra, en un plazo no mayor a 72hs y con el programa de adecuación y minimización de las mismas.
- 9) En todos los casos, el Concesionario cumplirá con las normativas vigentes relativas al resguardo del Patrimonio Urbano que resulte afectado, en particular (listado ley si hay)

3.1.20 Aspectos Relativos a la Finalización de las Tareas

- 1) Las áreas o sitios ocupados provisoriamente por el Concesionario, para sus instalaciones, deberán recuperarse a fin de asemejarse lo más posible, al estado previo a la construcción de la obra. Sólo podrán permanecer los elementos que signifiquen una mejora, o tengan un uso posterior claro, determinado y beneficioso para la comunidad, en cuyo caso deberá contarse con la autorización expresa de Supervisor de Obra.
- 2) En las áreas rellenadas, el Concesionario deberá compactar el suelo de forma tal que las superficies queden planas y no interfieran en el normal escurrimiento de las aguas de lluvia u otras, con taludes bajos que favorezcan la colonización de vegetación a fin de evitar focos erosivos y fuentes de sedimentos para las corrientes de agua.
- 3) En la medida que se vayan avanzando en los frentes de obras ubicados sobre espacios verdes, sin pavimentos o veredas, y se abandonen caminos auxiliares y sitios de estacionamiento, el Concesionario deberá escarificar los lugares sobrecompactados por el tránsito de obra y estacionamiento de equipos y cubrir las áreas afectadas con suelo orgánico, el inicialmente separado y almacenado o nuevo, si éste no alcanza, debiendo restituirse el área en las mismas o mejores condiciones que las iniciales.
- 4) Al terminar las obras, el Concesionario reacondicionará el área para recuperar sus características hidrológicas superficiales y de ser necesario hará una siembra de especies adaptables a la zona. No se permitirá en ningún caso el talado de árboles para liberar el terreno para este uso.
- 5) Cuando se terminen los trabajos se retirarán de la vista todos los escombros y acumulaciones de gran tamaño hasta dejar limpia y despejada la zona.

67

- 6) Una vez finalizada la obra, el Concesionario deberá dismantelar el obrador, salvo indicación en contrario de la Inspección, y remediar todo daño ambiental, de modo tal que el predio quede sin ningún pasivo ambiental. Con anterioridad a la emisión del acta de recepción de la obra, el Supervisor de Obra arbitrará los medios para un eficaz control de tal situación.
- 7) Los residuos resultantes deberán ser tratados de acuerdo con lo establecido en el presente pliego o según lo establezca el Supervisor de Obra.

3.1.21 Aspectos Relativos de Permisos y Autorizaciones

Dentro de lo prescripto en estas especificaciones, se destaca:

- 1) El Concesionario deberá presentar para la aprobación del Supervisor de Obra:
 - El laboratorio y los procedimientos que empleará en cada ensayo a realizar para la determinación de los parámetros de contaminación. Asimismo presentará las normas que se van a utilizar y por escrito la constancia de que se han obtenido todos los permisos y autorizaciones nacionales, provinciales y municipales para proceder a la descarga del material de excavación, incluyendo aquél que se encuentre contaminado, para cada uno de los predios a utilizar.
 - Una lista de las rutas hasta los lugares de descarga para los camiones que se ocuparán de dicha actividad con las autorizaciones y permisos adecuados, si correspondiere.
 - La aprobación por escrito de los propietarios de cada uno de los predios que se van a utilizar, para la disposición temporal o definitiva de materiales y descargas.

4 GLOSARIO AMBIENTAL

4.1 DEFINICIONES PRINCIPALES

Acuífero: Formación geológica, o grupo de formaciones, o parte de una formación, capaz de acumular una significativa cantidad de agua subterránea, la cual puede brotar, o se puede extraer para consumo. Es interesante hacer notar que los acuíferos pueden estar contaminados, ya sea por productos químicos o por microorganismos patógenos.

Acuífero confinado: Es un acuífero limitado superior e inferiormente por estratos impermeables o por estratos de permeabilidad claramente más reducida que la del acuífero mismo.

Agua subterránea: Agua existente debajo de la superficie terrestre en una zona de saturación, donde los espacios vacíos del suelo están llenos de agua.

Agua superficial: Agua que fluye o se almacena sobre la superficie del terreno. Es equivalente a: agua de superficie.

Aire: Uno de los medios en que se desenvuelve el ecosistema; suele utilizarse como sinónimo de la capa de atmósfera en contacto con la superficie terrestre. Es una mezcla de gases que, al parecer, han evolucionado en los últimos millones de años hasta su composición actual. Sus componentes naturales básicos son el nitrógeno, el oxígeno, algunos otros gases inertes o nobles y componentes variables como el dióxido de carbono y el vapor de agua.



Ambiente: (medio, entorno, medio ambiente) es el sistema constituido por los subsistemas naturales, económicos y sociales que interrelacionan entre sí, el que es susceptible de producir efectos sobre los seres vivos y las sociedades humanas y condicionar la vida del hombre.

Antrópico: Originado por las actividades humanas. De origen humano, humanizado, opuesto a lo natural.

Área natural: Lugar físico o espacio en donde uno o más elementos naturales o la naturaleza en su conjunto, no se encuentran alterados por las sociedades humanas.

Auditoría ambiental: Es un instrumento de gestión que evalúa el funcionamiento de instalaciones existentes en lo que afecta al medio ambiente, con el fin de conocer el grado de cumplimiento de la legislación ambiental vigente y medir la efectividad y el grado de cumplimiento de las medidas de mitigación y control incluidas en el Plan de Manejo Ambiental. Permite identificar, evaluar, corregir y controlar los riesgos y deterioros ambientales. Puede realizarse a instancias de la autoridad competente, quien en base a sus misiones y funciones y a la legislación vigente decide la conveniencia o necesidad de realizarla, o a instancias de la misma empresa titular del emprendimiento quien, en función de sus propios objetivos empresarios de preservación del medio ambiente o de cumplimiento de la normativa vigente decide encararla. El ejecutor de la auditoría puede ser la autoridad competente, la misma empresa (auditoría interna), o un consultor externo (auditoría externa) contratado con el fin de preservar la objetividad del estudio o porque la empresa no posee los medios adecuados para realizarla. Las auditorías pueden ser periódicas o puntuales; globales de la situación medioambiental de una empresa y su funcionamiento o parciales sobre un único aspecto de la actividad de la empresa; de conformidad, cuando se desea comprobar si se cumple la normativa vigente; de siniestros o accidentes, buscando las causas y mitigar los daños ambientales; de riesgos, para conocer y limitar los riesgos ambientales y por lo tanto los posibles riesgos jurídicos y económicos de la empresa y también para contratar seguros que cubran riesgos ambientales; de fusión, absorción o adquisición, en caso de absorber a otra empresa susceptible de generar contaminación.

Autodepuración: Es la capacidad de un cuerpo hídrico, que recibe o ha recibido una carga contaminante, de recuperar las condiciones físico, químicas y biológicas preexistentes a la incorporación de los contaminantes.

Autoridad de aplicación: Es el organismo encargado del cumplimiento de lo ordenado y establecido en una norma regulatoria. De acuerdo la Ley, las autoridades de aplicación pertenecen al orden nacional, provincial y/o municipal.

Calidad ambiental: Los atributos mensurables de un producto o proceso que indican su contribución a la salud e integridad ecológica. Estado físico, biológico y ecológico de un área o zona determinada de la biosfera, en términos relativos a su unidad y a la salud presente y futura del hombre y las demás especies animales y vegetales.

Conciencia ambiental: Convicción de una persona, organización, grupo o una sociedad entera, de que el medio ambiente debe protegerse y usarse racionalmente en beneficio del presente y el futuro de la humanidad.

Conservar: Empleo de conocimientos tendientes al uso racional de los recursos naturales, permitiendo así el beneficio del mayor número de personas, tanto presentes como en las generaciones futuras.



Contaminación: Presencia en el ambiente de cualquier agente físico, químico y biológico, de temperatura o de una concentración de varios agentes, en lugares, formas y concentraciones tales que puedan ser nocivos para la salud, seguridad o bienestar de la población humana, perjudiciales para la vida animal o vegetal, o impidan el uso y goce normal de los materiales, propiedades y lugares de recreación.

Contaminante: Es toda forma de materia o energía capaz de alterar, interferir o modificar en forma negativa a los elementos del ambiente siendo en consecuencia posible factor de riesgo para el hombre y otros seres vivos.

Control ambiental: Medidas legales y técnicas que se aplican para disminuir o evitar la alteración del entorno o consecuencia ambiental producida por las actividades del hombre, o por desastres naturales, y para abatir los riesgos a la salud humana.

Costo ambiental: Es el valor económico que se le asigna a los efectos ambientales negativos que puede provocar la construcción de obras de saneamiento.

Daño ambiental: Pérdida o perjuicio causado al medio ambiente o a cualquiera de sus componentes naturales o culturales.

Desarrollo sostenible o sustentable: Modelo de desarrollo que se ejerce en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes o futuras.

Descarga emisión: Indica una situación en la que las sustancias (sólidas, líquidas o gaseosas) ingresan al medio ambiente. Generalmente: a) emisión está referida al ingreso de gases a la atmósfera, provenientes de fuentes fijas o fuentes móviles. b) descarga está referida al ingreso de líquidos a distintos cuerpos receptores. Indica una situación en que las sustancias referidas previamente tratadas y por tanto cumpliendo con las condiciones límites de descarga, puedan ingresar directamente al ambiente, dado que por sus nuevas características y/o composición no implican un riesgo de contaminación.

Desecho: Cualquier materia sólida, líquida, gaseosa o radioactiva que es descargada, emitida, depositada, enterrada o diluida en volúmenes tales que puedan, tarde o temprano, producir alteraciones en el ambiente.

Disposición final: Se entiende por disposición final toda operación de eliminación de residuos peligrosos que implique la incorporación de los mismos a cuerpos receptores, previo tratamiento. Constituyen disposiciones finales las siguientes operaciones de eliminación: depósito permanente dentro o sobre la tierra; inyección profunda, embalse superficial, rellenos especialmente diseñados, vertido en extensión de agua dulce, depósito permanente, los vertidos y emisiones resultantes de operaciones de tratamiento, reciclado, regeneración y reutilización de residuos peligrosos.

Disposición final de residuos: Es el emplazamiento final o definitivo de todo tipo de residuos, previamente tratados de acuerdo con sus características. **Ecosistema:** Sistema biológico resultante de la integración y la interacción de todos o de un número limitado de elementos o factores abióticos y bióticos de un determinado sector de la biósfera.

Educación ambiental: Proceso permanente de aprendizaje que tiene por destinatario al conjunto de la comunidad con un enfoque global e interdisciplinario sobre la realidad ambiental.



Efluente: Desechos líquidos o gaseosos, tratados o no, generados por diversas actividades humanas que fluyen hacia sistemas colectores o directamente a los cuerpos receptores.

Emisiones: A los efectos de la Convención Marco de las Naciones Unidas, es la liberación de gases de efecto invernadero o sus precursores en la atmósfera en un área y un periodo de tiempo especificados.

Erosión de los suelos: Desplazamiento de las partes sueltas del suelo por acción del agua o del viento.

Estándar de calidad ambiental: Valor numérico o enunciado narrativo que se ha establecido como límite a los vertidos y emisiones de residuos peligrosos a un cuerpo receptor en un lugar determinado, calculado en función de los objetivos de calidad ambiental y de las características particulares del cuerpo receptor en el referido lugar.

Fauna: Estrictamente, sería el equivalente de flora. Sin embargo, dado que no existe en el ámbito zoológico un equivalente al término "vegetación", a veces se usa "fauna" indistintamente.

Flora: Conjunto de entidades sistemáticas que componen la vegetación de un área.

Fuga, escape, derrame: Indica situaciones accidentales en las cuales una sustancia o residuo peligroso o no, tiene posibilidad de ingresar directamente en el ambiente.

Generador de residuos peligrosos: es la persona física o jurídica cuya acción o proceso lo hace posible de estar sometido a la ley aplicable, ya sea porque los residuos que genera están comprendidos en la identificación de residuos peligrosos o bien por la cantidad generada.

Gestión ambiental: Conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, a partir de un enfoque interdisciplinario y global. En el caso de acciones de amplio alcance, es recomendable incluir la participación ciudadana.

Hábitat (biológico): Conjunto de elementos (tanto físico - químicos como bióticos) que constituyen el "entorno" de un organismo o de una población; es el sentido "lato" de hábitat, y se hace similar a (o tiende a) medio ambiente. Sin embargo en ecología suele usarse en sentido restringido, refiriéndose en particular al entorno físico - químico (abiótico). No es sinónimo de "nicho ecológico".

Hábitat (humano): Lugar donde vive un individuo, un grupo o una comunidad humana y que se caracteriza por una gran diversidad a través del planeta y por combinar elementos naturales y culturales.

Impacto ambiental: Cualquier cambio neto, positivo o negativo, que se provoca sobre el ambiente como consecuencia, directa o indirecta, de acciones antrópicas susceptibles de producir alteraciones que afecten la salud, la capacidad productiva de los recursos naturales y los procesos ecológicos esenciales.

Impacto ambiental negativo: Es el impacto ambiental cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.



Impacto ambiental positivo: Es el impacto ambiental admitido como positivo tanto por la *comunidad técnica y científica como por la población en general*, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.

Impacto ambiental susceptible de relevante efecto: *Impactos Ambientales cuyos efectos directos e indirectos se extienden en el tiempo y cuyos parámetros deben ser establecidos oportunamente por la Autoridad de Aplicación.*

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un proyecto para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. *Surgen del Estudio de Impacto Ambiental y se incorpora su seguimiento en el Plan de Manejo Ambiental. Las medidas de mitigación pueden ser de implementación previa, simultánea o posterior a la ejecución del proyecto o acción.*

Mitigación: Acción de atenuación o disminución del impacto ambiental negativo producido por las inundaciones o la construcción y operación de las obras del sistema de desagües.

Monitoreo ambiental: Proceso de observación repetitiva, con objetivos bien definidos relacionados con uno o más elementos del ambiente, de acuerdo con un plan temporal.

Patrimonio ambiental: Conjunto de bienes y valores que conforman el entorno del hombre desde el aspecto ambiental, tomados desde el pasado y destinados a permanecer para las futuras generaciones.

Patrimonio cultural: Bienes tangibles e intangibles culturales presentes y heredados de las vivencias del pasado. Fiel encarnación de la conciencia histórica de un pueblo que encierra apreciados tesoros, ricos en la pluralidad de sus mensajes.

Patrimonio urbano: Edificios o sitios con valor arquitectónico, histórico, cultural que hacen a la identidad de la ciudad.

Plan de Manejo Ambiental: Son todas las tareas que deben planificarse, para las obras con el fin de evitar, mitigar y controlar los efectos negativos de la construcción. Debe incluir, entre otros, los programas de Mantenimiento, Monitoreo, Coordinación Institucional, Participación de la Comunidad, Comunicación Social, Educación Ambiental, Control de Gestión, Control de Calidad, etc.

Preservar: Mantener el estado actual de un área o categoría de seres vivos.

Procesos ecológicos esenciales: Procesos naturales en los que interaccionan la regeneración de los suelos, el reciclado de los nutrientes y la purificación del aire y el agua de los cuales dependen la supervivencia de las especies vivas y el desarrollo de los humanos.

Proteger: Defender un área o determinados organismos contra la influencia modificadora de la actividad del hombre.

Recomposición: conjunto de acciones de protección del ambiente que comprenden la mitigación, la rehabilitación o restauración del impacto negativo, según correspondiere.

Residuo: Sustancias en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso provenientes de actividades antrópicas (sometidos o no a la tutela de un responsable) o generados en los



procesos de extracción, beneficio, transformación, consumo, utilización y tratamiento cuyas características impiden usarlo en el proceso que los generó o en cualquier otro.

Residuo energético: Desechos provenientes de fuentes de energía, entre ellos el ruido y la temperatura.

Residuo peligroso: Material compuesto por sustancias con características corrosivas, explosivas, tóxicas o inflamables, que resulte objeto de desecho o abandono, que pueda perjudicar en forma directa o indirecta a los humanos, a otros seres vivos y al ambiente y contaminar el suelo, el agua y la atmósfera.

Residuo patológico: Sustancias que contengan restos de sangre o sus derivados o elementos orgánicos extraídos a humanos o animales provenientes de los quirófanos.

Residuo patogénico: Sustancias que presentan características de toxicidad y/o actividad biológica susceptibles de afectar directa o indirectamente a los seres vivos, y causar contaminación del suelo, el agua o la atmósfera, que sean generados con motivo de la atención de pacientes (diagnóstico y tratamiento de seres humanos o animales), así como también en la investigación y/o producción comercial de elementos biológicos.

Restaurar: Restablecer las propiedades originales de un ecosistema o hábitat.

Ruido: Sonido considerado molesto, desagradable o insoportable, que irrita, daña, asusta o despierta e interfiere la comunicación y actúa como una intromisión en la intimidad.

Tratamiento de residuos peligrosos: Cualquier método, técnica o proceso físico, químico, térmico o biológico, diseñado para cambiar la composición de cualquier residuo peligroso o modificar sus propiedades físicas, químicas o biológicas de modo de transformarlo en no peligroso, o en menos peligroso o hacerlo seguro para el transporte, almacenamiento o disposición final; recuperar energía, o materiales o bien hacerlo adecuado para almacenamiento, y/o reducir su volumen. La dilución no está considerada tratamiento.

Valores guía de calidad: Son las concentraciones de los parámetros de calidad que se pretende alcanzar en cada recurso hídrico superficial o subterráneo.

Vertido: Es el efluente residual evacuado durante la obra, con destino directo o indirecto a los conductos pluviales, cursos de agua y el suelo.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego, pero sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo, ET 07 Auscultación, ET 09 Obradores, ET 11 Limpieza y preparación del terreno, ET 12 Desagote, ET 13 Corte, rotura y reposición de pavimentos y obras auxiliares, ET 14 Parquización, ET 15 Materiales y equipos, ET 16 Evacuación y depósito del material excavado.



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6. 06 – Salud y seguridad en el trabajo



Índice

1	OBJETO	3
2	LEYES Y NORMAS DE APLICACIÓN	3
3	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	6
4	DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL	6
5	PLAN DE SEGURIDAD E SALUD EN EL TRABAJO (PSST) DE LA OBRA.....	9
6	CONTENIDOS DEL PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO (PSST) DE LA OBRA9	
6.1	Contenido del Plan De Seguridad e Salud En el Trabajo de cada subcontratista de la obra 13	
7	CONDICIONES BÁSICAS DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	14
8	SEGURIDAD PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	15
8.1	OBRADOR PRINCIPAL Y/O INSTALACIONES AUXILIARES.....	15
8.2	ESTACIONES PARTICULARES.....	16
8.3	CONSTRUCCIÓN DE LOS TÚNELES.....	17
	ANEXO N°02 CÓDIGO INTERNACIONAL DE SEÑALES DE SEGURIDAD Y OTRAS APLICABLES A LAS OBRAS	21
	ANEXO N°05 CÓDIGO INTERNACIONAL DE SEÑALES – IZAJE S SEÑALES GESTUALES.....	30



1 OBJETO

El objeto de esta especificación es establecer las condiciones de Salud y Seguridad en el Trabajo bajo las cuales deben desarrollarse las actividades de construcción de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao y sus obras conexas.

2 LEYES Y NORMAS DE APLICACIÓN

Será de aplicación para la Obra lo determinado por las leyes, decretos, resoluciones y ordenanzas que se enumeran a continuación.

Este marco legal no es limitante. Las modificaciones a la normativa descrita y la nueva normativa que se promulgue, u otras normas en tema de Salud y seguridad en el trabajo, bajo evaluación de la Supervisión de Obra, serán de aplicación.

- Norma G-050 "SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN", del Reglamento Nacional de Edificaciones aprobada por RM. 290-2005-VIVIENDA
- D.S. 009-2005-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo y su modificatoria DS-007-2007-TR.
- Resolución Ministerial 148-2007-TR Aprueban Reglamento de Constitución y funcionamiento del Comité y Designación de Funciones del Supervisor de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Reglamento de Seguridad Industrial (D.S. N° 42-F.1964-TRA).
- Resolución Ministerial N° 161-2007-MEM/DM. Aprueban Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas.
- Código Eléctrico Nacional
- Normas Básicas de Seguridad e Salud en Obras (RS-021-83-TR).
- Reglamento de los Comités de Seguridad e Salud Industrial (R.D. N° 1472-72-IC-DGI).
- Ley General de Salud del Perú N° 26842.
- Ley General de Inspección del Trabajo y Defensa del Trabajador – Decreto Legislativo N° 910.
- Oficina General de Epidemiología de Ministerio de Salud.
- Ley de Modernización de la Seguridad Social en salud N° 26790 y el Reglamento (D.S. N° 009-97-SA).
- Normas técnicas del Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (D.S. N° 003-98-SA).
- Norma técnica de salud N° 068-MINSA/DGSP V1 Listado de enfermedades profesionales.



- Guía Marco de la elaboración del Plan de Contingencia del Instituto Nacional de Defensa Civil.
- D. L. N° 613: Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- D.S. N° 17752 Ley General de Aguas.
- LEY N° 28611 Ley General del Ambiente.
- NTP 400.050 Manejo de residuos en la actividad de la Construcción.
- NTP 900.058 Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos.
- Ley N° 27314 "Ley General de Residuos Sólidos" y el Reglamento de la Ley 27314 D.S. 057 – 2004 PCM.
- Ley 29783 - Seguridad y Salud en el Trabajo (20.08.2011)
- Reglamento DS 005-2012-TR-Ley 29783 - Seguridad y Salud en el Trabajo (25.04.2012)
- D.S. N° 085-2003-PCM: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. 30/10/ 2003.
- D.S. N° 28/60 ASPL: Reglamento de Desagües Industriales. 29/12/1960.
- Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones.
- D.S.022-2001-SA Reglamento Sanitario para las actividades de saneamiento ambiental en viviendas y establecimientos comerciales, industriales y de servicios.
- Decreto Supremo N° 047-2001-MTC Límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial.
- Decreto Supremo N° 021-2008-MTC – Aprueban el Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, y sus modificatorias 030-2008-MTC, 043-2008-MTC.
- DS-011-2006-Vivienda Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones y sus modificaciones.
- DS N° 058-2003-MTC. Reglamento Nacional de Vehículos.
- DS N° 016-2009-MTC. Texto único ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito - Código de tránsito.
- NTP 399.009:1974 - Colores patrones utilizados en señales y colores de seguridad
- NTP 399.010-1:2004 - Señales de seguridad. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: reglas para el diseño de las señales de seguridad.
- NTP 399.011:1974 - Símbolos. Medidas y disposición (arreglo, presentación) de las señales de seguridad
- NTP 399.012:1974 - Colores de identificación de tuberías para transporte de fluidos en estado gaseoso o líquido en instalaciones terrestres y en naves



- NTP 399.013:1974 - Colores de identificación de gases industriales contenidos en envases a presión
- NTP 399.015:2001 - Símbolos pictóricos para manipuleo de mercadería peligrosa.
- Código Internacional de Señales de Seguridad
- «Manual de dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras» RM. N° 413-93-TCC-15-15 del 13 de octubre de 1993, del Ministerio de Transporte, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.
- NTP 350.021 2004. Clasificación de los fuegos y su representación grafica
- NTP 350.026-1:2007 - Extintores manuales de polvo químico seco. Requisitos
- NTP 350.043-1:2011 - Extintores portátiles. Selección, distribución, inspección, mantenimiento, recarga y prueba hidrostática.
- NTP 350.043-2:1998 - Extintores portátiles. Selección, distribución, inspección, mantenimiento, recarga y prueba hidrostática. Extintores de agentes halogenados.
- NTP 350.062-1:1998 - Extintores portátiles. Parte 1: Métodos de ensayos para calificar la capacidad de extinción Clase A
- NTP 350.062-2:1998 - Extintores portátiles. Parte 2: Método de ensayo para calificar la capacidad de extinción Clase B
- NTP 350.062-3:1998 - Extintores portátiles. Parte 3: Método de ensayo de conductividad eléctrica. Clase C
- NTP 350.062-4:1998 Extintores portátiles. Parte 4: Métodos de ensayo de capacidad de extinción. Clase D
- NTP 833.026:2001 Extintores portátiles. Servicio de mantenimiento y recarga. Parte 1: Requisitos de equipamiento.
- NTP 833.032:2006 Extintores. Portátiles para vehículos automotores
- NTP 833.030 2003. Rotulado - Extintores portátiles. Servicio de inspección, mantenimiento, recarga y prueba hidrostática.
- NTP 833.034 2001. Extintores Portátiles - Verificación
- RM-210-2000-MTC/15.02 Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras
- RM 375-2008-TR Evaluación de Riesgos Disergonómicos
- Ordenanza N.-059, Ordenanza reglamentaria de la interferencia de vías en la provincia de Lima.
- U.S.A. O.H.S.A.S. 18001 Sistema Internacional de Gestión de Seguridad y Salud
- Decreto Supremo N° 015-2005-SA Reglamento sobre valores límites permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo.

La Norma G.050 especifica las consideraciones minimas indispensables de seguridad a tener en cuenta en las actividades de construcción civil. Asimismo en los trabajos en



subterráneo se integrará el marco legislativo de referencia con las leyes siguientes, para las actividades en subterráneo, cuando su aplicación establece requisitos de seguridad más restrictivos.

- Decreto Supremo N° 055-2010-EM que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud En el Trabajo y otras medidas complementarias en minería.
- U.S.A. O.S.H.A. - Occupational Safety and Health Administration 1926.800 – Safety and Health Regulations for Construction - Underground Construction
- IS4756 (1978) - Safety Code for Tunneling Work
- IS4081 (1967) - Safety Code for Blasting and Related Drilling Operations.
- British Standard 6164 – Code of practice for safety in tunnelling in the construction industry
- Switzerland SUVA - Federal commission of coordination for work safety -Directive 6514 Code for work safety
- ITA – AITES International Tunnel Association – Working Group n.5 - Guidelines for Good Practice of Health and Safety in the construction of tunnels.

3 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

SSST: Servicio de Salud y Seguridad en el Trabajo del Concesionario en la Obra. Tiene como objetivo fundamental prevenir todo daño que pudiera causarle a la vida y a la salud del personal de su empresa en la Obra, por las condiciones de su trabajo, creando las condiciones para que la salud y la seguridad sean una responsabilidad del conjunto de la organización a la que pertenece.

SMT: Servicio de Medicina del Trabajo del Concesionario en la Obra. Tiene como misión fundamental promover y mantener el más alto nivel de salud del personal, debiendo ejecutar, entre otras, acciones de educación sanitaria, socorro, vacunación y estudios de ausentismo de morbilidad. Su función es esencialmente de carácter preventivo, sin perjuicio de la prestación de asistencia inicial de las enfermedades presentadas durante el trabajo y de las emergencias médicas ocurridas en el establecimiento, hasta tanto se encuentre en condiciones de hacerse cargo el servicio médico que corresponda

MTP: Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo

PSST: Plan de Seguridad e Salud En el Trabajo elaborado por el Concesionario de aplicación en toda la Obra, al cual deben adherirse los Subcontratistas del mismo sin perjuicio de por Plan específicos de Seguridad e Salud En el Trabajo que cada Subcontratista debe elaborar para las tareas que está contratado.

4 DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL

1) El plan de Prevención de Riesgos debe integrarse en el proceso de diseño de la obra; por eso en la Ingeniería Básica debe ser incluido el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo



(PSST) que contenga los mecanismos técnicos y administrativos necesarios para garantizar la integridad física y salud de los trabajadores y de terceras personas, durante la ejecución de las actividades previstas en el contrato de obra y trabajos adicionales que se deriven del contrato principal.

El presupuesto de la Obra debe incluir una partida específica denominada "Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo" en la que se estimará el costo de implementación de los mecanismos técnicos y administrativos contenidos en plan.

El contenido mínimo del PSST es lo establecido en la NORMA TECNICA G.050: "SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCION".

Además el plan debe tener en cuenta que la mayoría del trabajo se va a realizar en subterráneo. Por lo tanto deberá evaluar de manera específica los riesgos involucrados en esa modalidad de trabajo sea por los trabajadores sea por terceras personas, incluidos los efectos de la excavación alrededor del eje del túnel en las construcciones.

En el punto 6 se describen los contenidos adicionales del PSST requeridos.

2) El Concesionario contará con un Servicio de Salud y Seguridad en el Trabajo (SSST) a cargo de un Coordinador en Materia de Seguridad y Salud En el Trabajo de las Obras, con título universitario, especializado en el tema. Este Coordinador debe tener experiencia no menor a tres años en la misma posición en grandes obras de infraestructura, preferentemente donde haya habido ejecución de túneles. Completará el Concesionario el Servicio referido, con técnicos auxiliares con títulos habilitantes en la cantidad que requiera el plantel, las etapas de la Obra y los riesgos emergentes de la misma, de acuerdo con lo especificado por la ley peruana. El Coordinador de Seguridad será aprobado por la Concedente, para tal efecto su curriculum vital será incluido en el Expediente Técnico del Concesionario.

3) El Coordinador en Materia de Seguridad y Salud En el Trabajo del Concesionario, deberá estar presente en la Obra en forma permanente durante su ejecución.

4) El Concesionario contará en la Obra con un Servicio de Medicina del Trabajo (SMT) bajo la responsabilidad de un graduado universitario, especializado en medicina laboral. El Concesionario deberá prever la asignación de personal auxiliar del SMT, consistente en enfermero con título habilitante reconocido por la Autoridad Competente.

5) El Concesionario deberá tener en cuenta la ejecución de los exámenes médicos que la ley determina y su frecuencia.

6) El Concesionario deberá brindar a su personal capacitación en Salud y Seguridad en el Trabajo y dar los elementos de protección personal y general adecuados a los riesgos presentes en las tareas que realicen, en todas las etapas de ejecución de la Obra.

8) Dentro de los 28 días posteriores a la entrada en vigor del Contrato, el Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra, el Plan de Seguridad y Salud En el Trabajo (PSST). Una vez aprobado y antes de iniciadas las tareas deberá presentar al Supervisor de Obra, el Aviso de Inicio de Obra y el PSST aprobado, ambos documentos firmados por el Representante Técnico del Concesionario, su Coordinador en Materia de Seguridad y Salud En el Trabajo y un profesional de Salud y Seguridad en el Trabajo.



Ante de iniciar las tareas el PSST deberá ser actualizado incluyendo las modificaciones que sean necesarias por modificaciones de proyecto, de realidad externa, de requerimientos en fase de aprobación y otros de similar naturaleza.

10) El Concesionario, antes del inicio de la actividad de cada equipo pesado utilizado en la Obra y con actualización semestral, deberá presentar al Supervisor de Obra para su aprobación, protocolos de revisión técnica de estos equipos pesados con la firma de un profesional con las incumbencias requeridas para esa tarea.

11) El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra para su aprobación, con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos de cada Subcontratista, el Aviso de Inicio de Obra del Subcontratista considerado y su Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo que incluya el compromiso de cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo del contratista titular y tomarlos como base para elaborar sus planes específicos para los trabajos que tengan asignados en la obra.

Estos documentos deberán estar firmados por el Representante en Obra del Subcontratista, su Coordinador en Materia de Seguridad y Salud En el Trabajo y un profesional de Salud y Seguridad en el Trabajo.

12) El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra para su aprobación, un Plan de Contingencias para los casos de ocurrencia de accidentes, incendios, derrumbes, emanaciones de gases peligrosos, cortes de energía, inundaciones y toda otra contingencia en la Obra.

13) El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra para su aprobación, un Plan de Evacuación, con la secuencia precisa de las acciones a tomar, cuyo conocimiento será incorporado a la capacitación de todo el personal y será acompañado con prácticas simuladas.

14) Los Subcontratistas deben brindar a su personal en todas las etapas de ejecución de la Obra en que intervengan, capacitación en Salud y Seguridad en el Trabajo y dar los elementos de protección personal y general adecuados a los riesgos presentes en las tareas que realicen.

15) En caso de que el Subcontratista emplee equipos pesados en la Obra, el Concesionario deberá requerirle, para su presentación y aprobación por el Supervisor de Obra, protocolos de revisión técnica de los mismos antes del inicio de la actividad y repetirlos en forma semestral con firma de un profesional con las incumbencias requeridas para esa tarea.

16) El Concesionario deberá informar al Supervisor de Obra, antes de cumplidas las 24 horas de ocurridos, los accidentes o incidentes de relevancia en cuanto a su gravedad potencial (cuasi accidente) o real, indicando el momento de su ocurrencia, las causas, esquemas y las medidas a tomar para mitigar su repetición. Además, antes del día diez de cada mes, le deberá presentar las estadísticas de los accidentes sufridos por el personal del Concesionario y el de los Subcontratistas durante el mes vencido.

17) El Concesionario deberá informar al Supervisor de Obra, al momento de producirse, la presencia en Obra de inspectores de las autoridades competentes en Salud y Seguridad en el Trabajo y entregar copia de las actas emitidas durante dichas inspecciones, ya sea dentro de su propio plantel como el de los Subcontratistas.

18) El Concesionario deberá llevar un registro de todas las visitas que se efectúen en la Obra. El Concesionario propondrá al Supervisor de Obra el circuito de recorrido de las visitas a las Obras teniendo en cuenta los riesgos que presenta la Obra en determinadas áreas.



5 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (PSST) DE LA OBRA.

Toda obra de construcción, deberá contar con un Plan de Seguridad y Salud En el Trabajo (PSST) que garantice la integridad física y salud de sus trabajadores, sean estos de contratación directa o subcontrata y toda persona que de una u otra forma tenga acceso a la obra. El plan deberá tener en cuenta la integridad física y la salud de todas las personas que, de una o otra formas estén involucradas en el proyecto, incluidos los habitantes de los edificios de alrededor de la obra y personas en tránsito en los caminos afectados por las obras.

El plan de seguridad y salud, deberá integrarse al proceso de diseño y construcción.

En el diseño porque la seguridad inicia en un buen diseño que tenga en cuenta todos los problemas ligados a la seguridad; en la construcción porque el detalle de la seguridad (como se hacen realmente las tareas, los equipos y las máquinas) pueden ser definidos solamente por la empresa en fase de construcción.

Por eso el PSST debe ser anexo al proyecto básico y debe ser actualizado antes del inicio de los trabajos en el campo.

6 CONTENIDOS DEL PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO (PSST) DE LA OBRA

El PSST de la Obra estará constituido por la documentación generada por el servicio de SST de la Obra para el control efectivo de los riesgos emergentes en el desarrollo de la Obra, firmado por el Coordinador de SST y deberá contar con la fecha de su redacción. Contendrá la información suficiente, de acuerdo con las características, volumen y condiciones bajo las cuales se desarrollarán los trabajos, para determinar los riesgos más significativos de cada etapa de los mismos.

Además, deberá actualizarse a lo largo de la construcción incorporando las modificaciones que se introduzcan en la programación de las tareas que signifiquen alteraciones en el nivel o características de los riesgos para la seguridad del personal. El PSST de la Obra deberá estar rubricado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud En el Trabajo de las Obras y será exhibido a la autoridad competente a su requerimiento.

El PSST de la Obra deberá contener lo siguiente:

1. Objetivo del Plan.

El objetivo del plan es la descripción de los objetivos de la empresa, en la redacción del plan lo más importante es la reducción de accidentes de los trabajadores y de todas las personas involucradas en la obra

2. Descripción del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de la empresa.

Se describe la organización de la empresa en tema de Seguridad y Salud Ocupacional

3. Responsabilidades en la implementación y ejecución del Plan.

Organigrama del SSST, identificando las funciones del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud En el Trabajo de las Obras, de los otros responsables y como se relacionan entre sí para



cubrir la organización general y específica del Concesionario, incluyendo funciones individuales y sus responsabilidades. Para cada nombre deberá figurar el resumen de cada función y las horas semanales asignadas a la Obra.

4. Elementos del Plan:

4.1 Identificación de requisitos legales y contractuales relacionados con la seguridad y salud en el trabajo.

Contendrá la nómina del personal del Concesionario que trabajará en la Obra (Organigrama de la obra) y será actualizado inmediatamente, en casos de altas o bajas.

Contará con identificación de la Razón Social del Concesionario y la denominación de la Obra.

4.2 Memoria Descriptiva de la Obra.

Incluirá la Descripción de la Obra y sus etapas constructivas con fechas probables de ejecución.

Planos y esquema del Obrador Principal y/o Servicios Auxiliares.

4.3 Cronograma de la Obra

El cronograma de la obra con particular atención a las operaciones que pueden afectar la seguridad, y a la interferencia entre las distintas operaciones en el tiempo y en el espacio

4.4 Análisis de riesgos: Identificación de peligros, evaluación de riesgos y acciones preventivas.

Previo a la elaboración del PSST, se deberá hacer un análisis de riesgos de la obra, con el cual se identificarán los peligros asociados a cada una de las actividades y se propondrán las medidas preventivas para eliminar o controlar dichos peligros. Luego se identificarán los riesgos que por su magnitud, sean considerados «Riesgos Críticos» los mismos que deberán ser priorizados y atendidos en forma inmediata.

4.5 Planos para la instalación de protección colectiva para todo el proyecto.



Contemplarán las instalaciones de protección en cada lugar de trabajo

4.6 Procedimientos de trabajo para las actividades de alto riesgo (identificados en el análisis de riesgo).

Serán definidos los procedimientos de trabajo por cada categoría y los riesgos previstos, en particular durante las operaciones de mayor importancia que se desarrollen en la Obra, como la construcción de estaciones, pozos, avance de los equipos de ejecución de túneles, inyecciones de relleno (contacto), mantenimiento de los cabezales cortantes, reparación de los equipos, etc., ya sea para su personal o para terceros, y para otras partes de la Obra y bienes de terceros.

Enunciará explícitamente las instrucciones básicas de seguridad que debe atender cada trabajador

Se definirán los AST (Análisis Seguro en el Trabajo) por cada actividad y operación que se desempeña en la obra.

5 - Capacitación y sensibilización del personal de obra – Programa de capacitación.

Programa de capacitación al personal en materia de Salud y Seguridad en el Trabajo, del Plan de Contingencias y de Evacuación de la Obra. El programa de capacitación deberá incluir a todos los trabajadores de la obra, profesionales, técnicos y obreros, cualquiera sea su modalidad de contratación. Dicho programa deberá garantizar la transmisión efectiva de las medidas preventivas generales y específicas que garanticen el normal desarrollo de las actividades de obra, es decir, cada trabajador deberá comprender y ser capaz de aplicar los estándares de Seguridad y Salud y procedimientos de trabajo establecidos para los trabajos que le sean asignados.

Se dictará la "Charla de hombre nuevo" cada vez que se involucre a un nuevo trabajador en la obra, sea por la empresa principal o por las sub contratistas.

6 - Gestión de no conformidades – Programa de inspecciones y auditorías.

En el plan se incluye la planificación de las inspecciones y auditorías, y la gestión de las "no conformidades"

- Programa de Inspecciones planeadas.
- Programa de identificación y control de riesgos higiénicos.
- Programa de manejo de materiales peligrosos en obra.
- Programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos.
- Instrucciones para la gestión de no conformidades

7. Objetivos y metas de mejora en Seguridad y Salud Ocupacional.

El objetivo principal es disminuir los incidentes y los accidentes de trabajo hasta el objetivo final que es "accidente cero". Este objetivo será alcanzado a través de un trabajo de mejoramiento continuo de capacitación según los tres elementos:



- Planificar (la seguridad)
- Averiguar (el respeto de las reglas)
- Retroalimentar (las reglas con la experiencia)

8. Plan de respuesta ante emergencias.

Se planean las emergencias posibles y se programa la modalidad de intervención al interior del área de trabajo.

Se optimiza la coordinación con los otros elementos de la seguridad en la ciudad (Fuerzas Policiales, Bomberos, Rescate , Emergencia médica etc.)

Se identifican las instalaciones más cercanas involucrándolas en el plan por cualquier tipo de emergencia con números de teléfono, direcciones, contactos.

Se realiza un plan de ejercicio para capacitación de los trabajadores.

9. Mecanismos de supervisión y control.

Programa de prevención de accidentes y enfermedades profesionales de acuerdo con los riesgos previstos en cada etapa de Obra (se completará con planos o esquemas si fuera necesario).

Registro de evaluaciones efectuadas por el SSST, donde se asentarán las mediciones de contaminantes y las actas de las inspecciones realizadas a la Obra por las autoridades competentes de Salud y Seguridad en el Trabajo.

Registro Accidentes y Enfermedades, que se detecten en los trabajadores de la obra con evidencia del aviso correspondiente a la autoridad competente.

Normas de Seguridad que incluyan operaciones potencialmente peligrosas,

Descripción de los sistemas de prevención y protección contra incendios.

10. Manual de la obra o manual de operación y mantenimiento

El manual de la obra es la descripción de todos los elementos que constituyen la obra (obras civiles, planta, material rodante) sea desde un punto de vista de la descripción de los elementos como desde un punto de vista del uso que de su mantenimiento. El manual será actualizado a lo largo de la construcción de la obra y a lo largo de la gestión. Acompañará a la vida de la obra.

En este manual se encuentran también todos los manuales de los elementos de la obra (máquinas, equipos, herramienta, material rodante, etc.).



Este manual comprende también los planos actualizados de la obra (planos as built) referidos en el documento ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega".

El PSST será firmado por el Representante Técnico y el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud En el Trabajo de la Obra, y por el Administrador del Contrato del concesionario y será aprobado por un profesional en Salud y Seguridad en el Trabajo.

6.1 Contenido del Plan De Seguridad y Salud En el Trabajo de cada subcontratista de la obra

- a) Se adherirá en conocimiento y cumplimiento al PSST de la Obra.
- b) Contendrá los análisis de riesgos de las tareas subcontratadas, y enumerará los riesgos generales y específicos, previstos por etapas.
- c) Contendrá la nómina del personal del Subcontratista que trabaja en la Obra y será actualizado inmediatamente, en casos de altas o bajas.
- d) Contará con identificación de la Razón Social del Subcontratista y con la identificación de la Obra.
- e) Se indicará la Fecha de confección del Plan.
- f) Incluirá la Descripción de las tareas subcontratadas y sus etapas constructivas con fechas probables de ejecución.
- g) Cada etapa contemplará las tareas subcontratadas e indicará las medidas de seguridad a adoptar para controlar los riesgos previstos.
- h) Poseerá como mínimo los siguientes Programas:
 - Programa de Inspecciones planeadas.
 - Programa de Inducción, Capacitación y Entrenamiento.
 - Programa de Registro, Notificación e Investigación de Accidentes. Toda clase de accidentes por más pequeños o leves que sean, deben llevar a una investigación.
 - Programa de identificación y control de riesgos higiénicos.
 - Programa de manejo de materiales peligrosos en obra.
 - Programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos.
- i) Enunciará explícitamente las instrucciones básicas de seguridad que debe atender cada trabajador.
- j) Será firmado por el Director de Obra del Subcontratista y el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud En el Trabajo del Subcontratista, y será aprobado por un profesional en Salud y Seguridad en el Trabajo.



7 CONDICIONES BÁSICAS DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Concesionario deberá dar cumplimiento en tiempo y forma a los siguientes aspectos:

1) Desde el Inicio de Obra y dentro de los primeros quince días del mismo:

- a) Instalación de baños y vestuarios adecuados. Mientras no se disponga de conexión a la red cloacal, se dispondrán baños químicos en cantidad suficiente para el personal y las distancias adecuadas para su acceso.
- b) Provisión de agua potable. Mientras no se haya efectuado la conexión a la red de agua corriente, para la bebida humana se dispondrá de expendedores de agua potable alimentado por bidones recargados por el suministrador.
- c) Entrega de ropa de trabajo y de todos los elementos de protección personal para el momento de la obra que se trate, de acuerdo con los riesgos existentes.
- d) Elaboración de un programa de Capacitación de Salud y Seguridad y realización de la instrucción básica inicial para el personal en la materia, que incluya la obligatoriedad de uso y correcta utilización de los elementos de protección que le serán entregados.
- e) Ejecución de las medidas preventivas de protección de caídas de personas o de derrumbes, tales como colocación de barandas, vallas, señalización, pantallas, submurado o tablestacado, según corresponda.
- f) Disponer de disyuntores eléctricos o puestas a tierra, de acuerdo con el riesgo a cubrir, en los tableros y la maquinaria instalada. Asimismo, los cableados se ejecutarán con cables de doble aislamiento. Los aislantes eléctricos, térmicos y acústicos deberán impedir el sostenimiento y la propagación de la llama. Su eventual degradación por el calor o la llama no generará gases o vapores agresivos para el personal expuesto.
- g) Instalación de extintores de características adecuadas a la naturaleza y cuantía del riesgo a controlar, ponderando su aptitud para ser usados, si correspondiera, en ambientes cerrados con presencia de personal.
- h) Protección de los accionamientos y sistemas de transmisión de las máquinas instaladas.

2) A los quince días del inicio de la Obra:

- a) Completar la capacitación básica del personal en Salud y Seguridad en el Trabajo.
- b) Instalar carteles de seguridad en Obra.
- c) Destinar un sitio adecuado para su utilización como comedor del personal.
- d) Completar la protección de incendio.
- e) Adecuar el orden y la limpieza de la Obra, destinando sectores de acceso, circulación y ascenso, en caso corresponda, seguros y libres de obstáculos.



8 SEGURIDAD PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

En este capítulo se detallan algunos de los elementos más específicos de este trabajo.

8.1 OBRADOR PRINCIPAL Y/O INSTALACIONES AUXILIARES

- a) El Concesionario deberá implementar un sistema de señalización, integrado por los elementos en cantidad y calidad suficiente, en forma bien visible, dirigidos a la identificación de advertencia, de presencia y accesos de maquinaria, transporte y equipos; límite de velocidad admitido, prohibiciones varias; advertencias de peligro por la presencia de trabajos en la zona; delimitación de áreas de trabajo y normas de Seguridad en el Trabajo y Vial.
- b) Dentro del área delimitada para el Obrador Principal y/o Instalaciones Auxiliares, el Concesionario deberá señalar en forma visible las áreas destinadas al personal (sanitarias, vestuarios, comedor), a tareas técnicas (oficinas, laboratorios), a vehículos y maquinarias (áreas de carga y de descarga, mantenimiento, lavado, estacionamiento, etc.), almacenamiento y acopio de materiales, planta de elaboración de mezclas, planta de fabricación de dovelas y estación transformadora de energía, así como el sistema de circulación interna. La subestación transformadora será delimitada con la correcta y debida señalización de área peligrosa.
- c) Todo equipo eléctrico presente en el Obrador Principal debe tener colocada su puesta a tierra y disyuntores diferenciales en sus alimentaciones.
- d) Los sectores destinados al personal y tareas técnicas deberán contar con equipos de calefacción y refrigeración que aseguren una temperatura adecuada para la época del año que corresponda.
- e) En caso de que el Concesionario requiera disponer depósitos de combustibles líquidos o gaseosos, deberá tener en cuenta que el emplazamiento se sitúa en proximidades del Aeroparque Metropolitano y por lo tanto debe hacer las tramitaciones correspondientes ante las Autoridades Competentes. En caso de que esa autorización se concrete, el Concesionario establecerá su emplazamiento de acuerdo con las normas de seguridad establecidas por la Secretaría de Energía de la Nación, como instalaciones de protección y distancias adecuadas para minimizar los riesgos de accidentes y riesgos de combustión.
- f) El Concesionario debe disponer en el Obrador Principal un sitio adecuado y señalizado para el almacenamiento transitorio de residuos peligrosos generados por la obra (trapos y estopas con grasas y aceites, restos de aceites, tambores de diversa índole, filtros descartados por el uso, etc.). El Concesionario deberá hacer transportar esos residuos por transportistas autorizados hacia Operadores autorizados por las Autoridades Competentes para su tratamiento y disposición final de acuerdo con la Ley Peruana.
- g) El Concesionario proveerá al Obrador Principal y/o Instalaciones Auxiliares con equipos de extinción de incendios y con material de primeros auxilios.
- h) El Concesionario deberá realizar el almacenamiento de los materiales evitando derrames y vuelcos. Además proveerá a las instalaciones de los elementos de seguridad necesarios



para evitar los derrames y arrastres de aceites, grasas, combustibles u otras sustancias contaminantes que puedan afectar cuerpos de agua o el suelo.

- i) Para el transporte de personal en superficie exterior, sólo se permitirán vehículos acondicionados e higienizados, con caja que disponga de asientos fijos, con escalera para ascenso y descenso, y no se permitirá el transporte simultáneo de personal con materiales y equipos. La caja de transporte debe ser cubierta de para proteger al personal de las inclemencias del tiempo y que impida sacar a éste, fuera del transporte, alguna parte del cuerpo. No se permitirá que el personal viaje parado dentro de la caja de transporte.
- j) Será obligatorio el mantenimiento y el control del orden y la limpieza en toda la Obra. No se deberán acumular escombros ni material de desecho de ningún tipo en los lugares de trabajo, más que los producidos durante la jornada, los cuales se retirarán diariamente.
- k) Los camiones que egresan del Obrador Principal, transportando suelo y escombros deben hacerlo con la caja de transporte cubierta para evitar la dispersión del material durante el proceso de transporte.
- l) Cuando por varias razones pueda producirse acumulación de aguas durante la construcción de la Obra, el Concesionario debe disponer de un sistema de extracción por bombeo de estos líquidos de los sitios inundados, descargándolos en los sitios autorizados.
- m) Las construcciones provisionales o definitivas contarán con dispositivos que impedirán el ingreso de personas no autorizadas. Los accesos habilitados estarán permanentemente controlados por aparatos de seguridad que registrarán el ingreso, egreso y permanencia de personas, equipos vehículos y materiales.
- n) El Concesionario deberá asegurar que todo el personal que labore en la obra de construcción, use el Equipo de Protección Personal (EPP) conforme a la ley peruana.

8.2 ESTACIONES PARTICULARES

- a) En lo que respecta la Estación Puerto del Callao, el Concesionario deberá instalar dispositivos adecuados para proteger la excavación del túnel y garantizar la seguridad del trabajo ante una eventual inundación del predio en caso de tsunami. Para evaluar la altura de las olas y la consecuente altura de la protección, el Concesionario deberá considerar el periodo de retorno del tsunami, adecuado para el tiempo de uso de la Estación como obrador, a partir de la etapa inicial de los trabajos hasta la finalización de la Estación con puesta en servicio de la protección contra tsunamis para la fase de la operación. Las protecciones pueden ser muro de hormigón perimetral de altura suficiente sobre los muros colados perimetrales, u otros tipo de protecciones perimetrales para evitar la inundación del recinto de trabajo, propuesto para el Concesionario y aprobado por el Supervisor de Obra.
- b) Durante la construcción de los túneles, las estaciones de partida de las tuneladoras deben contener una caja de escalera para ingreso y egreso de personal, un espacio para izar o descender equipos, suelos y materiales, y otro para bajar las alimentaciones eléctricas, neumáticas, la manga de ventilación, telefonía etc. suficientemente separados unos de otros para evitar interferencias.



c) El Concesionario debe proponer al Supervisor de Obra un sistema de control de acceso y egreso de personas a y de los túneles de manera tal que cada Estación de partida de tuneladora sea un lugar de ingreso y egreso controlado y restringido, y que a su vez permita en todo momento saber quiénes son las personas que se encuentran en interior del túnel.

d) La caja de escaleras debe ir desde la superficie exterior hasta el nivel inferior del túnel, con escalones antideslizantes de relación de alzada y pedada adecuada y descansos intermedios en cantidad suficiente. Debe tener iluminación, extintor de incendio, luz de emergencia y mantenerse limpia. En su parte superior debe estar techada para evitar ingreso de agua en caso de lluvia. Los laterales de la caja que dan al centro de la Estación no deben tener vacíos, presentando altura suficiente para evitar la caída de las personas. La caja de escaleras debe estar suficientemente amarrada en todos sus niveles a la estructura fija de la Estación y contener su puesta a tierra.

e) El equipo de izar y descender equipos, suelo y materiales debe tener señalización sonora que se active cuando se realicen esos movimientos y debe disponer en las cercanías del equipo de izar una góndola o camilla adecuada para evacuar personal accidentado en caso que no puedan egresar del túnel por sus propios medios. En la base del túnel, donde se realiza la acción de carga y descarga de equipos, suelo y materiales, siempre tiene que haber un operario en comunicación con el guinchero para indicarle los comienzos y finales de las operaciones y para impedir que el personal pase por la zona donde se realizan estas operaciones en los momentos de riesgo.

f) El espacio destinado para bajar las alimentaciones eléctricas, neumáticas, las mangas de inyección y extracción de aire, telefonía, etc. debe ser lo suficientemente amplio como para tener posibilidad de agregar suministros necesarios durante el transcurso de la Obra.

8.3 CONSTRUCCIÓN DE LOS TÚNELES

a) El personal que ingresa en el túnel desde la base de la caja de escaleras hasta el frente de trabajo, debe ser transportado en caja acondicionada e higienizada, con asientos fijos y que contengan escalera o peldaños para ascenso y descenso. No se permitirá el transporte simultáneo de personal con materiales y equipos ni que el personal viaje parado dentro de la caja de transporte. Las mismas condiciones de transporte se deben aplicar para el egreso del personal desde los frentes de trabajo hasta la base de la caja de escaleras.

b) El Concesionario, para la construcción de túneles con máquinas tuneladoras, deberá proporcionar al Supervisor de Obra un listado completo del personal encargado de la supervisión y operación de las tuneladoras. Este personal deberá haber recibido capacitación sobre Salud y Seguridad en el Trabajo, en la operación de los equipos de tuneleo y deberá estar familiarizado con los controles, alarmas, sistemas de monitoreo y demás aspectos relacionados con la maquinaria y los equipos auxiliares.

c) Las tuneladoras deben estar en su avance siempre ligadas a puesta tierra mediante jabalinas.

d) El equipamiento eléctrico debe además contar con disyuntores eléctricos.

e) En el Frente de Trabajo debe haber, en funcionamiento constante, equipos de inyección y extracción de aire cuando las condiciones del ambiente de trabajo así lo requieran.



f) Los trabajos de transporte, ubicación y colocación de dovelas deben efectuarse respetando las condiciones de seguridad del personal empleado en los mismos.

g) El transporte de suelos debe ejecutarse de manera tal que el mismo no sobresalga del borde superior de las vagonetas para que con el movimiento no ocurran caídas de suelo sobre el túnel modificando así las condiciones de limpieza que se requieren.

h) El Frente de Trabajo deberá contar con comunicación permanente con el exterior, botiquín de primeros auxilios, extintores triclase de 10 kg., camilla para accidentados y baño químico.

i) El Concesionario debe disponer para cada Frente de Trabajo un medidor de presencia y concentración de gases peligrosos y un medidor de explosividad, realizando mediciones de control en diferentes momentos de la jornada. Teniendo en cuenta que el transporte de personal, equipos, suelo y materiales desde la Estación de partida de la Tuneladora hasta los Frentes de Trabajo y viceversa puede realizarse mediante tracción con equipos no eléctricos, el Concesionario debe presentar equipos para esa tarea con filtros catalíticos adecuados y con constante mantenimiento para lograr su efectividad. Además debe mantener un control diario de los niveles de gases de combustión en el túnel, llevar un registro y proponer soluciones al Supervisor de Obra para mitigar los casos en los que los niveles de gases de combustión superen los límites establecidos para los parámetros Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre SO₂ (también llamado en la legislación peruana Anhídrido Sulfuroso) y Dióxido de Nitrógeno NO₂ en la Norma G-050 "Seguridad durante la construcción", del Reglamento Nacional de Edificaciones. En los casos que sea necesario, el Concesionario deberá proveer a su personal, tipo de respiradores adecuados según el Anexo D.2 de la referida Norma G-050, que eviten la inhalación de polvos o gases tóxicos en los sitios de trabajo que lo requieran. En el caso que estas medidas no sean suficientes se deberá reducir el tiempo de exposición del personal hasta llegar a niveles permitidos según la legislación aplicable.

j) El Concesionario debe realizar mediciones sonoras en cada Frente de Trabajo. En caso que el nivel de ruido sea superior a los valores establecidos por la Norma G-050 "Seguridad durante la construcción" del Reglamento Nacional de Edificaciones, deberá encapsularse, enmascararse o cubrirse las fuentes con paneles fonocústicos y cuando esto no sea posible o no sea suficiente, se deberá proveer al personal del ámbito de trabajo protectores auditivos que rebajen los niveles percibidos a valores aceptables por las normas vigentes. Si a pesar de todo lo previsto, no se logra reducir el nivel de ruido percibido por el personal del frente de trabajo, se debe reducir el tiempo de exposición hasta lograr el nivel de ruido adecuado según lo dispuesto por la referida Norma G-050.

k) Para trabajos en altura se deben utilizar andamios o plataformas móviles de trabajo, ambos con condiciones de seguridad adecuadas. Para trabajos en altura superiores a 2.50m el andamio debe tener vallas que protejan al operario y éste debe estar unido a cuerda de vida por el cinturón de seguridad. Los tabloncillos donde, como plataforma de trabajo, se sostengan los operarios, deben estar firmemente sujetos a los largueros y el andamio sin posibilidades de desplazamiento. Para plataformas móviles el operario debe estar ubicado en una canasta vallada. Se debe impedir que el personal circule o trabaje en niveles inferiores, salvo que se cuente con protección adecuada, para evitar la caída de materiales y herramientas.



l) Los niveles de iluminación deben respetar los niveles establecidos en el Decreto Supremo N° 055-2010-EM que aprueba el "Reglamento de Seguridad y Salud En el Trabajo y otras medidas complementarias en minería", con particular referencia al Anexo N° 10.

m) La tuneladora de frente cerrado debe tener incorporado extintores, sistema de sprinklers y sistema de baño de espuma química de alta densidad. Además debe contener señalización visual de su ubicación y alarmas sonoras para la emergencia. Tanto la tuneladora de frente cerrado como el equipo de control remoto, debe estar equipados para la protección contra el fuego de la siguiente manera:

- Los ítems eléctricos del equipo deberán estar protegidos mediante un sistema fijo de extinción de incendio que permita la inyección directa del baño de polvo químico sobre los mismos.
- Este sistema fijo de extinción debe también actuar sobre las bombas hidráulicas, motores y tanques de almacenamiento.
- A distancia suficiente del equipo, deberá tenerse un sistema de sprinklers que provoque la formación de una cortina de spray de agua.
- Deberán ser ubicados en cantidad suficiente dentro de la tuneladora extintores manuales.

La cabina del conductor del equipo de control remoto deberá tener extintores manuales.



ANEXOS



ANEXO N°02 CÓDIGO INTERNACIONAL DE SEÑALES DE SEGURIDAD Y OTRAS APLICABLES A LAS OBRAS

Las señales de Seguridad en función de su aplicación se dividen en:

DE PROHIBICIÓN

Prohíben un comportamiento susceptible de provocar un peligro.

DE OBLIGACIÓN

Obligan a un comportamiento determinado.

DE ADVERTENCIA

Advierten de un peligro.

DE INFORMACIÓN

Proporcionan una indicación de seguridad o de salvamento.

En base a ello podemos diferenciar entre:











Señal de salvamento: Aquella que en caso de peligro indica la salida de emergencia, la situación del puesto de socorro o el emplazamiento de un dispositivo de salvamento.

Señal indicativa: Aquella que proporciona otras informaciones de seguridad distintas a las descritas (prohibición, obligación, advertencia y salvamento).

Además de las señales descritas existen la **Señal adicional o auxiliar**, que contiene exclusivamente un texto y que se utiliza conjuntamente con las señales de seguridad mencionadas, y la señal complementaria de riesgo permanente, que se empleará en aquellos casos en que no se utilicen formas geométricas normalizadas, para la señalización de lugares que suponen riesgo permanente de choque, caídas, etc. (tales como esquinas de pilares, protección de huecos, partes salientes de equipos móviles, muelles de carga, escalones, etc.).



SEÑALES – MODELOS (Complementario al Anexo N°02):
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y LLANAS DEBUDAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	

Otras Señales:



Prohibido permanecer en zona de máquina



Prohibido saltar zanja



No tocar



Entrada prohibida a personas no autorizadas















Prohibido hacer fuego

SEÑALES – MODELOS (Complementario al Anexo N°02):



SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SOLIDIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIBAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Otra Señal:

















Protección obligatoria de cara

SEÑALES – MODELOS (Complementario al Anexo N° 02):









SEÑALES DE ADVERTENCIA

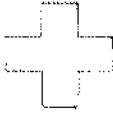



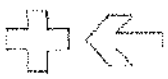

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE EXPLOSION MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO ELECTRICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	



SEÑALES – MODELOS (Complementario al Anexo N° 02):



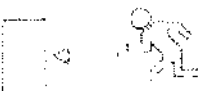



SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PELIGRO INCETERMINADO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LASER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETIILLAS DE MANTENCION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SEÑALES DE SALVAMENTO

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	



SEÑALES – MODELOS (Complementario al Anexo N° 02):

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DE SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

* Es importante no confundir esta señal con otra de las mismas características, pero con el color de seguridad ROJO y que se utilizará para indicar la dirección a seguir para acceder a un equipo de lucha contra incendio o a un medio de alarma o alarma, la cual podrá utilizarse sola o acompañada de la significativa correspondiente.







Teléfono de salvamento









SEÑALES – MODELOS (Complementario al Anexo N° 02):

Otras señales de Seguridad:

SEÑALES DE OBLIGACION

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA CONTRA CAIDA DE ALTURA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGATORIO ELIMINAR PUNTAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	









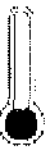

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAIDA DE OBJETOS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
DESPRENDIMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
MAQUINA PESADA EN MOVIMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SEÑALES – MODELOS (Complementario al Anexo N° 02):









Otras señales de Seguridad:

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAIDAS A DISTINTO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CAIDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA PRESION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	




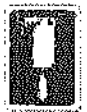
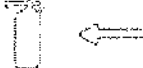



SEÑALES – MODELOS (Complementario al Anexo N° 02):

SEÑALES DE SALVAMENTO

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
DIRECCION HACIA SUCIA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION SUCIA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
CAMILLA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
LOCALIZACION DE EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
DIRECCION HACIA EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	



Manguera

contra

incendio



ANEXO N°05 CÓDIGO INTERNACIONAL DE SEÑALES – IZAJE S SEÑALES GESTUALES

CARACTERÍSTICAS

Una señal gestual deberá ser precisa, simple, amplia, fácil de realizar y comprender y claramente distinguible de cualquier otra señal gestual.

La utilización de los dos brazos al mismo tiempo, se hará de forma simétrica y para una sola señal gestual.

Los gestos utilizados, por lo que respecta a las características indicadas anteriormente, podrán variar o ser más detallados que las representaciones recogidas en el presente documento, con la condición de que su significado y comprensión sean, por lo menos, equivalentes.

REGLAS PARTICULARES DE UTILIZACIÓN

1. La persona que emite las señales, denominada «encargado de las señales», dará las instrucciones de maniobra mediante señales gestuales al destinatario de las mismas, denominado «operador».
2. El encargado de las señales, deberá poder seguir visualmente el desarrollo de las maniobras sin estar amenazado por ellas.
3. El encargado de las señales, deberá dedicarse exclusivamente a dirigir las maniobras y a la seguridad de los trabajadores situados en las proximidades.
4. Si no se dan las condiciones previstas en el punto 2.2., se recurrirá a uno o varios encargados de las señales suplementarias.
5. El operador deberá suspender la maniobra que esté realizando, para solicitar nuevas instrucciones cuando no pueda ejecutar las órdenes recibidas con las garantías de seguridad necesarias.
6. Accesorios de señalización gestual.

El encargado de las señales deberá ser fácilmente reconocido por el operador.

El encargado de las señales, llevará uno o varios elementos de identificación apropiados tales como chaqueta, manguitos, brazalete o casco, cuando sea necesario, paletas señalizadoras.

Los elementos de identificación indicados serán de colores vivos, de ser posible, iguales para todos los elementos, y serán utilizados exclusivamente por el encargado de las señales.

GESTOS CODIFICADOS




Consideración previa.

Conjunto de gestos codificados que se incluye, no impide que puedan emplearse otros códigos, en particular en determinados sectores de actividad, aplicables a nivel comunitario e indicadores de idénticas maniobras.






ANEXO N°05 (complementario)
SEÑALES GESTUALES

A) Gestos generales

Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención. Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante	
Alto: Interrupción. Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	








B) Movimientos verticales

Significado	Descripción	Ilustración
Izar.	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo.	
Bajar.	El brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior describiendo lentamente un círculo.	
Distancia vertical	Las manos indican la distancia.	




C) Movimientos horizontales

Significado	Descripción	Ilustración
Avanzar.	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder.	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de las señales.	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de las señales.	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal.	Las manos indican la distancia.	



D) Peligro

Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia.	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante.	
Rápido.	Los gestos codificados referidos a los <i>movimientos se hacen con rapidez.</i>	
Lento.	Los gestos codificados referidos a los <i>movimientos se hacen muy lentamente.</i>	



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.07 – Monitoreo



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	DEFINICIONES	4
1.3	TOLERANCIAS.....	6
1.4	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR	6
1.5	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	8
1.6	ACCESO A LOS INSTRUMENTOS	9
2	PRODUCTOS	9
2.1	PUNTOS DE MONITOREO DE MOVIMIENTOS DE SUPERFICIE (PMMS)	9
2.2	LÍNEAS DE NIVELACIÓN (LN).....	10
2.3	PUNTO DE MONITOREO DE ESTRUCTURAS (PME).....	10
2.4	INCLINÓMETROS (IN) E INCLINÓMETROS HORIZONTALES (IH).....	10
2.5	ASENTÍMETRO MULTIPUNTO (AM).....	11
2.6	PIEZÓMETROS Y FREATÍMETROS	12
2.6.1	Generalidades	12
2.6.2	Piezómetros	12
2.6.3	Freatímetros.....	13
2.7	CELDA DE PRESIÓN TOTAL (CP).....	14
2.8	EXTENSÓMETROS A CUERDA VIBRANTE (ECV)	14
3	EJECUCIÓN	14
3.1	ESQUEMA DE INSTALACIÓN:	14
3.2	PERFORACIONES PARA INSTALACIÓN DE INCLINÓMETROS Y ASENTÍMETROS	14
3.3	INSTALACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.....	15
3.4	CALIBRACIÓN DE SONDAS Y UNIDADES DE LECTURA	15
3.5	LECTURAS BASE	15
3.6	MEDICIONES EN CAMPO	15
3.7	RETIRO DE LOS INSTRUMENTOS.....	16
3.8	PROTECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	17
3.9	CABLEADO Y CENTRALIZACION.....	17
4	NIVELES DE MONITOREO DE REFERENCIA Y DE INTERVENCIÓN	17
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	18



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

1. Los trabajos requeridos en la presente ET, comprenden la provisión, instalación, calibración, mantenimiento, lectura, y eventual retiro del instrumental para auscultar los movimientos del subsuelo, del nivel freático, de la superficie, de los edificios y obras alrededor y la medida de otros parámetros de interés que utilizará el Concesionario para el control de las fases de excavación que el Concesionario deberá cumplir durante los trabajos de construcción, tanto de los túneles como de las estaciones, de los pozos y de todas las obras auxiliares asociadas. Los trabajos comprenden, entre otras cosas, la provisión, instalación, calibración, mantenimiento y eventual retiro de puntos fijos de monitoreo topográfico, puntos de monitoreo de estructuras en construcción, puntos de monitoreo en estructuras existentes, inclinómetros, piezómetros, freatímetros e instrumentos para la detección de asentamientos e inclinaciones diferenciales del subsuelo, y deformaciones de la estructura de estaciones, pozos y túneles. Una síntesis de la instrumentación a colocar se indica en el Estudio de factibilidad, es decir el Proyecto Referencial aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En la presente ET, como en el Proyecto, la palabra auscultación y la palabra monitoreo tienen el mismo significado.

El Concesionario presentará en su propuesta el Plan de Monitoreo, y detallará en sus Estudios Definitivos el proyecto de Monitoreo Definitivo, elaborado sobre la base de la información contenida en el Proyecto Referencial, con particular referencia a la ET 01 "Especificaciones Técnicas Prestacionales" de este Pliego.

2. El Concesionario podrá utilizar el instrumental detallado en la presente ET, parcial o totalmente, como parte de su propio instrumental de acuerdo con las necesidades que él mismo indique en su propuesta y detalle en los Estudios de Ingeniería Básica, y en los estudios de la Ingeniería de Detalle.
3. El Concesionario deberá especificar claramente, en su oferta, el instrumental previsto a los fines de realizar el seguimiento de las obras y se hará cargo de las lecturas de los instrumentos de acuerdo con la presente ET.
4. El uso de instrumentos no cubiertos por esta ET, y detallado por el Concesionario en su propuesta o en los Estudios de Ingeniería Básica o en los estudios de la Ingeniería de Detalle, debe ser de todos modos autorizado en avance por el Supervisor de Obra, después de la presentación por parte del Concesionario de las especificaciones técnicas conteniendo los detalles del instrumento, la ubicación, el modo de instalación y calibración, la frecuencia de la lectura y todos los detalles requeridos por el Supervisor de Obra, de acuerdo con la presente ET.
5. El Concesionario deberá tomar en cuenta en su propuesta: la provisión, instalación, calibración, mantenimiento y, si es el caso, posterior retiro de un 30% adicional de



instrumental similar, que podrá ser requerido opcionalmente por el Supervisor de Obra en diferentes sitios a designar durante el período de las obras.

6. Además, el Concesionario proveerá, instalará, calibrará, operará y posteriormente retirará el instrumental de monitoreo adicional que el Supervisor de Obra considere necesario para el control de las obras.
7. El Concesionario contará con un Especialista en Instrumental para que instale y se haga cargo de las lecturas de los instrumentos indicados en su propuesta, y detallados en los Planos del Ingeniería de Detalle Constructivo, y en las Especificaciones del fabricante de los equipos. Dicho Especialista en Instrumental deberá tener la experiencia adecuada para los requerimientos del proyecto.

1.2 DEFINICIONES

1) Puntos sensibles del trazado.

Puntos de cruce debajo de vías o servicios existentes relevantes definidos en el Proyecto Referencial, u otros puntos sensibles que surjan como resultado de las investigaciones realizadas por el Concesionario durante la etapa de Estudios de Ingeniería Básica según ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega".

2) Punto de monitoreo de movimientos de la superficie (PMMS)

Un PMMS consistirá en un indicador fijado a una superficie y será utilizado para medir los movimientos verticales y horizontales de la misma.

3) Inclinómetro (IN)

Instrumento de medición que se utilizará para monitorear la deformación horizontal en áreas adyacentes a las estructuras de las estaciones, de los pozos, y de todas las obras auxiliares asociadas al Proyecto, como los edificios de gran altura, y los puntos sensibles del trazado. Cada Inclinómetro consiste en un encamisado hormigonado dentro de un pozo vertical perforado para la instalación. El instrumento introducido en el encamisado deberá detectar cambios de inclinación a lo largo del eje del encamisado, utilizándose para calcular y auscultar la magnitud y profundidad de cualquier desplazamiento horizontal del suelo. Los inclinómetros se protegerán en superficie con cámaras subterráneas cuando estén situados en calles, veredas u otros lugares con probable acceso del público. Las ubicaciones se identificarán con claridad.

4) Inclinómetro Horizontal (IH)

Se utilizarán para monitorear la deformación vertical, instalados en sondeos horizontales por debajo de y a los puntos sensibles de las trazas definidos en el punto 1). El instrumento tendrá las mismas características que el inclinómetro (IN) indicado en el punto anterior.

5) Asentímetro Multipunto (AM)

Se utilizarán Asentímetros Multipunto para monitorear las deformaciones verticales y los cambios de las deformaciones verticales entre tres o más puntos a lo largo del eje de las



estaciones, de los pozos, y de otras excavaciones verticales. Servirán también para monitorear los parámetros de funcionamiento de la tunelera. Los Asentímetros Multipunto serán protegidos en superficie con cámaras subterráneas cuando estén situados en calles, veredas u otros lugares con probable acceso del público. Las ubicaciones se identificarán con claridad.

6) Línea de Nivelación (LN)

Una línea de nivelación constará de un mínimo de 5 y un máximo de hasta 9 puntos de monitoreo de movimientos de superficie (PMMS) instalados a lo largo de una línea perpendicular al eje del túnel.

7) Celda de presión total (CP)

La celda de presión total es un dispositivo eléctrico a cuerda vibrante que será utilizado para medir presiones sobre la superficie externa del túnel construido. Estarán instaladas al ras de la superficie externa del revestimiento en el perímetro de anillos predeterminados a lo largo del túnel.

8) Extensómetro a cuerda vibrante (ECV)

Es un dispositivo eléctrico a cuerda vibrante utilizado para medir deformaciones. Se instalarán dentro de los elementos premoideados que constituyen el revestimiento de los túneles, en las mismas progresivas en las que se instalan las celdas de Presión total (CP), para conocer el comportamiento de la estructura resistente.

9) Piezómetro (PZ)

El piezómetro consiste en un captor permeable, instalado en perforaciones verticales practicadas en el terreno, utilizado para medir presiones de agua en profundidades aisladas, y que permitirá tomar muestras periódicas del agua.

10) Freatímetro (F)

El freatómetro es un dispositivo, instalado en perforaciones verticales practicadas en el terreno, utilizado para medir niveles de la capa freática. Las perforaciones permitirán tomar muestras periódicas del agua.

11) Hitos de deformación del revestimiento (HR)

Son hitos que serán instalados en la cara interna del revestimiento del túnel, sobre anillos predeterminados a distancias sistematizadas, y se utilizarán para medir la deformación del anillo durante la construcción de la obra. Para las lecturas se requerirán extensómetros de cinta (Tape Extensometers) o medidores de precisión equivalente.

12) Punto de Monitoreo de Estructuras (PME)

Se utilizarán Puntos de Monitoreo de Estructuras (PME) para monitorear cualquier deformación horizontal o vertical de las estructuras situadas en superficie a ambos lados o sobre el trazado de los túneles. Cada PME es un punto de referencia materializado mediante elementos no destructivos y estables, firmemente fijados a la estructura respectiva, en ubicaciones claramente identificadas.



13) Nivel de intervención:

Se entiende como tal una lectura observada en un instrumento que habilite una acción de alineamiento o corrección estipulada según se indica en el capítulo 4 "Niveles de asentamiento de referencia y de intervención" de la presente ET.

1.3 TOLERANCIAS

- 1) Instalación de Instrumentos. Todos los instrumentos se instalarán a una distancia no mayor de 0,90 m de la ubicación horizontal indicada en los planos de la Ingeniería de Detalle, en la forma que apruebe o indique el Supervisor de Obra. La instalación de los aparatos en las perforaciones se realizará con una tolerancia máxima de 0,15 m con respecto a la cota de fondo que se indique en los planos de la Ingeniería de Detalle, en la forma que apruebe o indique el Supervisor de Obra. Los encamisados de inclinómetros, sondeos y conjuntos detectores de asentamiento se instalarán con una tolerancia máxima de dos grados (2°) con respecto a la vertical, en toda la longitud del encamisado
- 2) Aprobación Previa. Si las condiciones reales del terreno impidieran la instalación de instrumentos en la ubicación y cotas previstas o indicadas en la presente, cada nueva ubicación o cota para instrumentos requerirá aprobación previa del Supervisor de Obra.

1.4 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

- 1) El Concesionario deberá presentar el Proyecto Constructivo Detallado de Monitoreo propuesto para controlar la superficie, el subsuelo, y las obras pre-existentes durante todas las operaciones constructivas, incluyendo el método, la declaración de procedimientos y las especificaciones técnicas para su aprobación por el Supervisor de Obra.
- 2) Documentación a adquirir antes de diseñar el Proyecto de Monitoreo: El Concesionario deberá realizar un relevamiento topográfico / fotográfico minucioso de toda el área de las calles bajo las cuales se desarrollan las trazas de los túneles y de las estaciones y pozos antes que inicien los trabajos y previo al paso de los túneles. La anticipación será tal que el lugar relevado en cada momento no esté alejado más de 500 metros de la posición del frente de avance del túnel.

El relevamiento deberá incluir, sin que la lista sea limitativa, los siguientes elementos:

- Viviendas y edificios de todo tipo, dentro de la cuenca de subsidencia que se espera inducida por las obras en construcción,
- Veredas
- Calzadas
- Vías ferroviarias, viaductos ferroviarios y carreteros, puentes, etc.

El relevamiento deberá estar certificado ante Notario. El Concesionario deberá ir entregando al Supervisor de Obra copia de los documentos obtenidos (mediciones, fotografías, películas, planos, informes de cálculo, etc.) a medida que avance el relevamiento, siempre antes de que

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"

6 de 19



el túnel o los trabajos de excavación profunda alcancen las secciones relevadas a menos de 500 m. El relevamiento deberá analizar las estructuras de los edificios (si son de albañilería o de hormigón, si son nuevos o antiguos, si se encuentran en buenas condiciones o dañados) para proporcionar el nivel de asentamientos-levantamientos-distorsiones (movimientos diferenciales) que se puedan aceptar y proporcionar el nivel de atención y de alarma en los valores medidos.

3) Documentación Técnica. Se presentará lo siguiente según ET 02 Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega.

A. Antecedentes: Como mínimo con 90 días de anticipación al comienzo de cualquier excavación relacionada con los puntos a monitorear o en su defecto lo que establezca el Supervisor de Obra, se presentarán para su aprobación según lo requerido, los antecedentes del Especialista en Instrumental y de los proveedores. El plazo mínimo de 90 días de anticipación de la presentación de los antecedentes del Especialista en Instrumental y de los proveedores en cualquier caso deberá aumentarse, si es necesario, teniendo en cuenta el tiempo técnico de compra del instrumental, de acuerdo con la evaluación que deberá ser realizada y verificada por el Concedente sobre el plazo necesario entre el momento de la orden de pedido de la instrumentación y la llegada de la instrumentación al sitio de utilización.

B. Planos: Se presentará lo siguiente como mínimo con 30 días de anticipación a la compra del instrumental:

1. Descripción de los métodos y materiales para la instalación y protección de los instrumentos.
2. Materiales y proporciones de mezcla del mortero de cemento-bentonita para la instalación y relleno de los inclinómetros.
3. Para todo instrumental instalado en perforaciones, se presentará el cronograma propuesto para la instalación de los instrumentos, detallando paso a paso el procedimiento de instalación, incluso el ensayo de recepción una vez instalados, junto con un modelo de la planilla de registro de instalación a utilizar. Los procedimientos de instalación comprenderán:
 - a) Método a utilizar para limpiar por dentro el encamisado de perforación o camisa de pozo.
 - b) Especificaciones de las mezclas de mortero propuestas, incluso sus nombres comerciales, proporciones de acondicionantes y agua, secuencia de mezclado, métodos y duración del mezclado, métodos de bombeo y tipo de caño-embudo, tamaño y cantidad.
 - c) Tipo y tamaño de encamisado de perforación o camisa de pozo.



- d) Instrumentos de lectura de profundidad para controlar el relleno de las perforaciones con arena y/o bentonita granulada, según corresponda.
- e) Método para controlar la basculación de los componentes del instrumental durante la aplicación de mortero.
- f) Método para sellar juntas de caño y el encamisado de los inclinómetros, para evitar el ingreso de mortero.

4) Informes y Comprobantes

- A. Datos y Muestras del Producto: Se presentarán las especificaciones del fabricante, indicando los procedimientos de operación y mantenimiento de los instrumentos, incluso sondeos. Se proveerá la folletería del fabricante para cada producto. Se proveerá la descripción y plano de los productos, y muestras cuando corresponda.
- B. Certificados: Para cada instrumento a instalar, se presentará según corresponda un certificado expedido por el fabricante del instrumento, indicando que dicho fabricante ha inspeccionado y efectuado ensayos sobre cada instrumento antes de su salida de fábrica, verificando que el instrumento funciona correctamente y no tiene deficiencias o partes faltantes.
- C. Dentro de los cinco días de la instalación de los instrumentos, el Concesionario presentará planos indicando cada ubicación instalada, el número de identificación del instrumento, tipo de instrumento, datos y hora de instalación, cotas registradas, cotas iniciales, ordenada y progresiva, coordenadas iniciales y registro de la perforación, y longitud del instrumento desde el ancla hasta el tope, cuando corresponda. El Concesionario también proveerá los datos de los instrumentos instalados, indicando todas las dimensiones y materiales utilizados, una declaración por separado describiendo el procedimiento de instalación de cada instrumento, y planos conforme a obra de cada instrumento, indicando profundidades, longitudes, cotas y dimensiones de los elementos clave.
- D. Ficha de Calibración en Obra: Dentro de los cinco días hábiles de realizada la calibración en obra, se presentarán al Supervisor de Obra los resultados de dicha calibración.
- E. Todos los datos de monitoreo provenientes de instrumental del Concesionario aprobado por el Supervisor de Obra, de los puntos de control en superficie, se presentarán al Supervisor de Obra dentro de las 24 horas de su obtención.

1.5 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

- 1) Antecedentes Personales del Especialista en Instrumental. Se empleará un Ingeniero especializado con experiencia en la instalación y mantenimiento de instrumentación similar a la especificada en la presente, para supervisar y dirigir a los técnicos de instalación de instrumentos y responsabilizarse por la instalación de los mismos. Para el monitoreo e interpretación de la instrumentación, se emplearán técnicos calificados, quienes trabajarán



bajo la dirección de un Ingeniero titulado y colegiado, con experiencia en la supervisión, monitoreo e interpretación del tipo de instrumentos especificados en la presente. El Especialista en Instrumentación deberá encontrarse presente durante la instalación de todos los instrumentos.

- 2) Antecedentes del Relevador. El relevamiento para obtener las lecturas iniciales será realizado por un topógrafo con experiencia previa mínima de dos años en funciones similares de detección de deformaciones estructurales o superficiales.
- 3) Instalación. Se notificará al Supervisor de Obra como mínimo con 24 horas de anticipación antes de instalar cualquier instrumental aprobado.
- 4) Proveedor del Instrumental. Cada instrumento especificado en la presente será producto de un fabricante previamente aprobado para el Supervisor de Obra, con antecedentes internacionales mayores a 10 años en la fabricación y provisión de hardware de instrumental de las clases especificadas.
- 5) Calibración en Fábrica. Se realizará la calibración en fábrica de todos los instrumentos antes de su embarque. Se presentará una certificación indicando que el equipamiento de ensayo utilizado a este fin, esté calibrado y mantenido de acuerdo con los requisitos de calibración establecidos por el fabricante de dichos equipos de ensayo.

1.6 ACCESO A LOS INSTRUMENTOS

En todo momento se deberá permitir y facilitar el acceso del Supervisor de Obra y/o de sus representantes a todos los instrumentos para proceder a la lectura de los mismos.

2 PRODUCTOS

El de uso de instrumentos diversos de los listados en adelante, debe ser autorizado en avance por el Supervisor de Obra, después de la presentación por parte del Concesionario de las especificaciones técnicas que contienen los detalles del instrumento, la ubicación, el modo de instalación y calibración, la frecuencia de la lectura y todos los detalles requeridos por el Supervisor de Obra, de acuerdo con la presente ET.

2.1 PUNTOS DE MONITOREO DE MOVIMIENTOS DE SUPERFICIE (PMMS)

Se establecerá cada PMMS insertando una marca (clavo o similar) aprobada por el Supervisor de Obra, a ras de la superficie en las áreas pavimentadas con asfalto, hormigón o mampostería. En superficies de tierra, se clavará una estaca de madera de 2 x 2 pulgadas o una barra metálica, con longitudes tales que garanticen que sus movimientos sean representativos de los movimientos del terreno y no de la propia deformabilidad del elemento frente a cambios de humedad o de otro tipo. Cada punto de relevamiento tendrá una placa o marca indicando su número de identificación, estación del túnel, y distancia con respecto a la línea central.



2.2 LÍNEAS DE NIVELACIÓN (LN)

Cada Línea de Nivelación constará como mínimo de cinco (5) PMMS centrados en forma perpendicular al trazado del túnel, y tendrá una longitud adecuada para monitorear la longitud de influencia de la excavación del túnel.

En el caso de calles de ancho menor de la longitud de influencia de la excavación del túnel, y en presencia de línea de edificación que impida la instalación de PMMS, la Línea de Nivelación se limitará al ancho completo de calle hasta la línea de edificación.

De cualquier modo cuando la Línea de Nivelación cruce estructuras edificadas, se instalará en la edificación un Punto de Monitoreo de Estructuras (PME) en la forma indicada a continuación.

2.3 PUNTO DE MONITOREO DE ESTRUCTURAS (PME)

Los Puntos de Monitoreo de Estructuras se materializarán mediante marcas o referencias como las indicadas en 2.1., sobre la superficie de la estructura a controlar.

2.4 INCLINÓMETROS (IN) E INCLINÓMETROS HORIZONTALES (IH)

1) Descripción

Los inclinómetros se usarán para medir la deformación y el comportamiento de los macizos adyacentes a las excavaciones de las estaciones de los pozos y de todas las obras auxiliares asociadas, edificios de gran altura, cruce de los túneles bajo otras obras subterráneas, servicios relevantes, viaductos y terraplenes, etc.

Como mínimo un mes antes del comienzo de la excavación de las estaciones de los pozos y de todas las obras auxiliares asociadas, y del paso del túnel por la sección considerada, el Concesionario realizará la perforación y equipará los sondeos para la instalación de los inclinómetros.

El diámetro de las perforaciones será el exigido para el material propuesto. En principio será de 150 mm, salvo otra indicación del proveedor del equipo. Las perforaciones para los IN serán realizadas al costado del trazado desde la superficie hasta una profundidad de 1 m por encima del extradós del túnel, y en el caso de obras particulares, hasta 3.0 m por debajo de la cota inferior de las fundaciones

El IH se instalará 2.0 m por debajo del nivel de las vías, atravesando completamente el terraplén.

2) Tipos de Inclinómetro

- Tipo: CLINOFOR de TELEMAR, El VERTICAL In-Place Inclinator, o El HORIZONTAL In-Place Inclinator de Slope Indicator, ó equivalente.
- Cantidad de captosres 6, espaciados entre 4 y 5 m entre sí.
- Precisión < 3.10-4 radián



- Resolución $< 5.10^{-5}$ radián

3) El Concesionario deberá proveer y mantener una unidad de lectura compatible con el Inclínómetro para uso del Supervisor de Obra. La unidad de lectura deberá ser liviana, portátil, a batería recargable, y estará sellada para protegerla de la acción del polvo y la humedad. Las baterías deberán tener una autonomía de 12 horas cuando la carga esté completa.

4) Se deberá proporcionar cables, accesorios, tapas protectoras y demás elementos necesarios, los cuales deberán ser compatibles con la unidad de lectura proporcionada.

2.5 ASENTÍMETRO MULTIPUNTO (AM)

1) Descripción

Se utilizarán Asentímetros Multipunto para medir la deformación y el comportamiento del macizo situado sobre la excavación del túnel.

Como mínimo un mes antes de la llegada del frente de trabajo a una posición situada a 100 m antes de la sección a medir, el Concesionario perforará y equipará en dicha sección los sondeos necesarios para instalar los asentímetros.

El diámetro de las perforaciones será el exigido para el material propuesto. En principio será de 150 mm, salvo otra indicación del proveedor del equipo. Las perforaciones se realizarán – siempre que sea posible – sobre el eje del trazado, desde la superficie hasta una profundidad de 1 m por sobre la bóveda del túnel.

2) Tipos de Asentímetros

Podrán ser los siguientes:

- Tipo
 - magnético tipo TFO de GLÖTZL, Magnetic Extensometer de Slope Indicator, o equivalente,
 - a cuerda vibrante tipo 4600 de GLÖTZL, Rod Extensometer de Slope Indicator, o equivalente,
 - extensómetro continuo de perforación tipo EXTENSOFOR de TELEMAR, o equivalente.
- Cantidad de captores: hasta 6, espaciados entre 4 y 5 m entre sí.
- Precisión: $< 0,1$ mm
- Resolución: 0,01 mm

3) El Concesionario deberá ocuparse de la provisión y mantenimiento de una unidad de lectura compatible con los indicadores de deformación para uso del Supervisor de Obra. La unidad de lectura deberá ser liviana, portátil, a batería recargable, y estará sellada para prevenir el ataque del polvo y la humedad. Las baterías deberán tener una autonomía de 12 horas cuando la carga esté completa.



4) El Concesionario proveerá cables, accesorios, tapas protectoras y demás elementos necesarios, que deberán ser compatibles con la unidad de lectura proporcionada.

2.6 PIEZÓMETROS Y FREATÍMETROS

2.6.1 Generalidades

- 1) El Concesionario instalará piezómetros a lo largo de los túneles, según se indicará en los planos de la Ingeniería de Detalle, verificados y aprobados para el Supervisor de Obra, para verificar las alturas piezométricas a nivel del extradós y a nivel de la arista inferior. También se instalarán piezómetros junto a cada estación y cada pozo y obras secundarias según lo indicado en los planos de la Ingeniería de Detalle, para el seguimiento de control de las subpresiones durante todo el desarrollo de la obra, y posteriormente durante el período de explotación de la misma.
- 2) El Concesionario instalará freáticos en las inmediaciones de las obras según se indicará en los planos de la Ingeniería de Detalle, verificados y aprobados por el Supervisor de Obra con el objeto de efectuar el seguimiento de control del nivel freático.
- 3) El Concesionario proporcionará las unidades de lectura necesarias (como mínimo dos unidades de cada tipo que instale) para realizar las mediciones de los piezómetros y freáticos. La unidad deberá ser compatible con los instrumentos instalados.

2.6.2 Piezómetros

Las tareas para la instalación de cada piezómetro consistirán en:

- 1) Perforación hasta la profundidad que requiera el Supervisor de Obra con un diámetro mínimo de 6".
- 2) Se procederá luego a la limpieza del pozo y al descenso de las cañerías y filtros de PVC.
- 3) Se colocará arena mediana en el espacio anular entre la cañería y las paredes de la perforación, en una longitud que abarque cada caño ranurado de PVC, superándolo en 15 cm medidos a partir de sus extremos.
- 4) Por encima de la arena mediana del espacio anular, y de la arena mediana correspondiente al tramo de captación, se colocará arena fina en un espesor de 20 cm y luego un sello de bentonita compactada de 3 m de espesor, tanto en el espacio anular como dentro del pozo; posteriormente se procederá a inyectar, por encima de este nivel, toda la perforación con mezcla de cemento-bentonita. En los casos en que se indica más de un tramo de captación, se separarán dichos tramos mediante un relleno de bentonita compactada de un espesor de 3 m o, en su defecto, del máximo constructivamente posible, con transiciones de arena fina de 20 cm de espesor en cada extremo.
- 5) En la parte superior se construirá un cabezal de hormigón, constituido por un dado de hormigón de 0,40 m de lado, en su interior el caño tendrá una tapa roscada y el cabezal



tendrá, en su cara superior, una tapa metálica con candado para protegerlo de vandalismos.

- 6) El captor permeable estará a la profundidad del filtro, en la punta de un tubo que permitirá el pasaje de una sonda y de un extractor de agua.
- 7) Finalmente se realizará el "desarrollo" del pozo mediante bombeo para asegurar su correcto funcionamiento.
- 8) Se suministrarán 2 (dos) sondas de longitud adecuada para efectuar las mediciones.

2.6.3 Freatímetros

2.6.3.1 Procedimiento de perforación para la toma de muestras de suelo

Según lo determine el Supervisor de Obra, se realizará una perforación de 2" de diámetro destinada a obtener muestras representativas del subsuelo del sitio.

Se tomará una muestra de suelo por metro de perforación. Las muestras serán envasadas en contenedores apropiados provistos por el laboratorio y enviadas al laboratorio de suelos, donde serán sometidas a los ensayos de identificación y clasificadas según el Sistema Unificado de Casagrande.

Durante la ejecución de las prospecciones se efectuará un análisis organoléptico y visual del material extraído.

2.6.3.2 Construcción de pozos de monitoreo para medición del nivel freático y toma de muestras de agua.

En el caso que el Supervisor de Obra indique la toma de muestras de suelos, antes de la construcción del pozo de monitoreo, se aumentará el diámetro de la perforación a 6", hasta alcanzar una profundidad de unos 3 m por debajo del Nivel Freático supuesto según antecedentes. En el caso que no se indique la toma de muestras de suelos, se realizará la perforación también de 6" de diámetro.

A continuación se procederá a la instalación del pozo de monitoreo, para lo cual se colocarán caños de PVC. El caño será ranurado en toda su extensión, salvo en el metro superior.

Alrededor del caño filtro se colocará arena mediana hasta superar en 15 cm el tubo ranurado. En el espacio anular correspondiente al metro superior, no ranurado, se colocará arena fina, en un espesor de 20 cm, y por encima, bentonita compactada hasta el extremo superior del pozo. En esta parte superior se construirá un cabezal de hormigón, constituido por un dado de hormigón de 0,40 m de lado: en su interior el caño tendrá una tapa roscada y el cabezal tendrá, en su cara superior, una tapa metálica con candado para protegerlo de vandalismos.

Se realizará la limpieza y el desarrollo del pozo mediante bombeo.

Se suministrarán 2 (dos) sondas de longitud adecuada para efectuar la medición del nivel freático.



2.7 CELDAS DE PRESIÓN TOTAL (CP)

Se instalarán celdas de presión total del tipo HCV de Telemac, VW Total Pressure Cell for tunnels de Slope Indicator o similar, en la cara externa del revestimiento de los túneles. La instalación se hará durante la fabricación de los elementos premoldeados, de tal manera que permitan leer el progreso de la presión externa (agua + suelo) sobre la cara externa del revestimiento desde el momento de su colocación. Antes de finalizar la obra, las celdas de presión total, se conectarán a puntos de acceso para lecturas a realizar por el Concesionario en la fase de operación del metro.

2.8 EXTENSÓMETROS A CUERDA VIBRANTE (ECV)

Se instalarán extensómetros a cuerda vibrante del tipo serie F de Telemac, VW Embedment Strain Gauge de Slope Indicator o similar. Los extensómetros se colocarán según los planos de la Ingeniería de Detalle, y en las mismas progresivas seleccionadas para las celdas de Presión total. Se instalarán en la cara interior de los elementos premoldeados del revestimiento del túnel durante su fabricación. Antes de finalizar la obra, los extensómetros a cuerda vibrante también se conectarán a puntos de acceso para lecturas a realizar por el Concesionario en la fase de operación del Proyecto.

3 EJECUCIÓN

3.1 ESQUEMA DE INSTALACIÓN:

El Concesionario:

- 1) Instalará la instrumentación con una antelación no menor de 30 días, o en su defecto lo que establezca el Supervisor de Obra, antes de comenzar cualquier excavación relacionada con los puntos a monitorear.
- 2) Instalará cada punto de monitoreo inmediatamente después de finalizar la perforación desde la superficie hasta el nivel requerido para la instalación, y como mínimo un mes, o lo que establezca el Supervisor de Obra, antes del momento previsto para la excavación del túnel, de las estaciones, de los pozos, y de todas las obras auxiliares asociadas.

3.2 PERFORACIONES PARA INSTALACIÓN DE INCLINÓMETROS Y ASENTÍMETROS

- 1) El Concesionario dispondrá de personal calificado para registrar el avance de las perforaciones y clasificar el suelo utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) mediante los ensayos de laboratorio que corresponden, sobre las muestras obtenidas. Dicho personal calificado deberá tener como mínimo dos años de experiencia en el registro de datos de perforaciones.
- 2) Se llevarán registros de avance de las perforaciones utilizadas para instalar inclinómetros y extensómetros. Se tomarán muestras de acuerdo con la norma ASTM D1586 con un Tomamuestras Standard (SPT) a intervalos mínimos de 1,5 m y/o en cada cambio de

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"

14 de 19



estratificación. Los registros de avance de las perforaciones deberán incluir el régimen de avance del sacamuestra en el suelo (cantidad de golpes por cada 0,15 m de penetración) y la clasificación de suelos según las normas ASTM D2487, D2488 y D5434.

- 3) El Concesionario, al finalizar cada día, presentará al Supervisor de Obra los registros de avance de las perforaciones terminadas.

3.3 INSTALACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

El Concesionario instalará los instrumentos de acuerdo con el método contenido en la presente ET, o con aquellas presentadas en su propuesta y aprobadas por el Supervisor de Obra, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, asegurándose que los instrumentos se coloquen en el lugar correcto y que la orientación de los mismos sea la indicada.

3.4 CALIBRACIÓN DE SONDAS Y UNIDADES DE LECTURA

- 1) El Concesionario verificará que las sondas y las unidades de lectura se calibren periódicamente según las recomendaciones del fabricante. Todas las sondas y las unidades de lectura se calibrarán en el lugar de trabajo, antes de utilizarse por primera vez.
- 2) El Concesionario propondrá un método para interpretar las mediciones realizadas.

3.5 LECTURAS BASE

Dentro de la semana posterior a la instalación de un instrumento, el Concesionario obtendrá una "lectura base" que consistirá, como mínimo, en cuatro mediciones tomadas en diferentes días y lo más uniformemente repartidas dentro de un periodo de un mes anterior a la ejecución de las obras que puedan afectar en ese punto. Si los valores medidos fueran similares, es decir, comprendidos en el margen de exactitud del instrumento, se tomará como "lectura base" el promedio de ambas. Si los valores no fueran similares, se repetirán hasta establecer una "lectura base" aprobada por el Supervisor de Obra. Estas lecturas base deberán ser efectuadas por el Concesionario con la presencia del Supervisor de Obra o de su Representante, luego de lo cual se elaborará un acta de certificación del procedimiento en la que se hará constar los valores obtenidos, debidamente fechada y firmada por las partes en prueba de conformidad.

3.6 MEDICIONES EN CAMPO

El especialista en instrumentación efectuará el seguimiento y la lectura de todos los instrumentos, debiendo proceder de acuerdo con lo requerido y aprobado por el Supervisor de Obra para que sus mediciones sean consideradas válidas por ésta.

- 1) Frecuencia. Todos los instrumentos y puntos situados dentro de un radio de 50 m con respecto al frente de la excavación en túnel, se leerán por lo menos 4 veces por día, y con posterioridad, una vez por semana hasta que cesen las deformaciones durante el primer mes. A partir de ese momento las lecturas serán mensuales hasta la Aceptación de las Obras.



En las excavaciones a cielo abierto, las lecturas serán de frecuencia diaria, durante la etapa de excavación y construcción. Luego serán mensuales hasta la Aceptación de las Obras.

- 2) Las lecturas de acompañamiento en superficie del avance de la excavación en túnel se realizarán de acuerdo con lo indicado en la ET 08 "Servicios topográficos a realizar por el Concesionario".
- 3) Niveles de Intervención. Si el movimiento de un punto de control, u otra medida, excediera el 70% u el 100% del valor admitido se procederá según las instrucciones indicadas en el capítulo 4 "Niveles de Monitoreo de referencia y de intervención" de la presente ET.
- 4) Informes. Se presentará al Supervisor de Obra los datos registrados por todos los instrumentos, dentro de las 24 horas de la lectura respectiva. Si los movimientos excedieran el 70% o más de los niveles de asentamiento admitidos se presentarán al Supervisor de Obra los datos del (los) instrumento(s) respectivo(s) dentro de las 4 horas de realizada la lectura. Se presentarán, entre otros, los siguientes datos:
 - A. Copia de las planillas de datos con el historial acumulado de las lecturas, entre ellas las condiciones climáticas, temperatura, y distancia entre la excavación y el instrumento mismo, en el momento de cada lectura.
 - B. Copia del gráfico de los valores medidos en función del tiempo, incluso el desarrollo de las actividades de construcción cumplidas, que pudieran afectar dichas lecturas, en función del tiempo.
- 5) Informes Adicionales. Además de las actividades de información normales, el Concesionario proveerá semanalmente un breve relato de las actividades de instrumentación cumplidas durante la semana precedente, incluyendo una interpretación de los datos disponibles.
- 6) El Concesionario realizará sus propias interpretaciones de los datos auscultados, para sus propios fines. Dichos datos o interpretaciones no se publicarán ni revelarán a terceros sin autorización previa y escrita del Concedente. El Supervisor de Obra podrá optar por realizar sus propias interpretaciones de los datos puestos a disposición por el Concesionario.

3.7 RETIRO DE LOS INSTRUMENTOS

El Concesionario retirará la instrumentación previa autorización del Supervisor de Obra, debiendo respetar lo siguiente:

- 1) Puntos de Control en Superficie. Se retirarán todos los instrumentos durante el trabajo de limpieza y reposición, o en la forma que indique el Supervisor de Obra. Quedarán sólo instalados para su seguimiento en etapa operativa aquellos instrumentos que indique el Supervisor de Obra.
- 2) Instrumentos instalados en el túnel: Cuando lo requiera el Supervisor de Obra, el Concesionario abandonará los instrumentos utilizados para la lectura durante la obra.



quedando instalados para su seguimiento en etapa operativa sólo aquéllos con telemedición o medición a distancia según se indique u ordene.

3) Instrumentos instalados en perforaciones: Cuando el Supervisor de Obra indique el retiro de instrumentos instalados en perforaciones, el Concesionario deberá retirar los alojamientos y tapas de protección en superficie y obturar las perforaciones como se indica:

A. Se rellenarán las perforaciones con mortero de cemento no contraíble.

B. Una vez efectuado el relleno, se retirarán las cámaras o bóvedas premoldeadas y se reconstruirá el pavimento en las áreas pavimentadas. Se repondrá la superficie en las condiciones preexistentes a la instalación de los instrumentos.

3.8 PROTECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

El Concesionario será responsable por cualquier daño deliberado o accidental causado a los instrumentos, debiendo protegerlos y reemplazar de inmediato todo instrumento que no funcione dentro de las tolerancias de exactitud especificadas. No se efectuarán pagos adicionales por los instrumentos que deban ser reemplazados debido a los daños que hayan sufrido. Esta cláusula se aplica para todos los instrumentos instalados.

3.9 CABLEADO Y CENTRALIZACION

Para toda la instrumentación eléctrica que es parte del proyecto de Monitoreo se proporciona la centralización de los cables de medidas en cajas de centralización (datalogger).

Dichas cajas, que pueden ser subterráneas o externas, deberán ser estancas y equipadas con conectores para conexión con la central de medición.

La central de medición que consiste en un ordenador central instalado en el lugar indicado por el Supervisor de Obra, consultará las cajas de centralización (datalogger) de forma automática por medio del sistema de Comunicaciones Digitales GSM, y a través de un sistema informativo personalizado adquirirá y almacenará los datos para la consulta y los análisis de las medidas.

Los cables entre los sensores y la caja y la central de medición, deben estar (cuando sea posible) recogidos en paquetes debidamente protegidos y fijos.

El Concesionario deberá tomar precauciones consideradas necesarias con el fin de proteger los cables de medida y las cajas de centralización, de los daños causados por factores ambientales o accidentales.

Los datos pueden estar disponibles a través de acceso a Internet para permitir la disponibilidad remota y permitir dar aviso a todas las personas interesadas sin necesidad de conexión GSM.

4 NIVELES DE MONITOREO DE REFERENCIA Y DE INTERVENCIÓN

El Concesionario es el único responsable por las afectaciones de cualquier tipo que puedan generar los asentamientos-levantamientos-distorsiones (movimientos diferenciales) que



produzca la ejecución de la obra en bienes de superficie y estructuras enterradas del Concedente o de terceros y, por lo tanto será responsable por todos los costos de reparaciones y reemplazos incurridos por estas causas.

El Concesionario presentará en su propuesta y detallará en sus Estudios Definitivos la descripción detallada de los monitoreos necesarios y el programa de instrumentación definidos sobre la base del Proyecto Referencial, con particular referencia a la ET 01 "Especificaciones Técnicas Prestacionales", y a la ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", de este Pliego.

En particular el Concesionario detallará en los planos de los Estudios de Detalle de Monitoreo, a ser aprobados por el Supervisor de Obra, claramente indicados los tres valores siguientes, para cada instrumento.

1. Nivel de referencia = Nivel máximo admitido
2. Nivel de advertencia = 70% Nivel de referencia
3. Nivel de alarma = 100% Nivel de referencia

Los niveles 2. y 3. son los niveles de intervención, determinados para seguridad, y corresponden a los valores de medida igual a 70% y a 100% de los niveles admisibles / de referencia.

El Concesionario presentará junto a los planos de los Estudios de Detalle de Monitoreo, para aprobación del el Supervisor de Obra, los procedimientos de emergencia que se aplicarán en el caso de que el monitoreo y los informes de mediciones en campo indiquen que se alcanzó el Nivel de advertencia / Nivel de alarma.

El segundo nivel de intervención, correspondiente al 70% del nivel admisible / de referencia, implicará la obligación de incrementar las lecturas de los instrumentos de monitoreo involucrados y de proponer las medidas de mejora o ajuste de la metodología operativa en acorde con los procedimientos de emergencia aprobados.

El tercer nivel de intervención, correspondiente al 100% del nivel admisible, implicará la implementación de los procedimientos de emergencia aprobados, así como la paralización del avance de la excavación y la implementación de las medidas de mejora o ajuste de la metodología operativa, por ejemplo el tratamiento del suelo, que permitan operar por debajo del nivel máximo admitido.

Los límites admisibles serán los valores de referencia que deberán cumplirse durante la excavación de los túneles, y de las otras obras, siempre que durante los trabajos no aparezcan daños evidentes, en cuyo caso, deberán reducirse a niveles compatibles con la preservación de los bienes existentes.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego, pero sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"

18 de 19



especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 08 "Servicios topográficos a realizar por el Concesionario", ET 18 "Mejoramiento del suelo".



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.08 – Servicios topográficos a realizar
por el Concesionario



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.1.1	Referencias	3
1.1.2	Vinculación de las Obras	3
1.1.3	Replanteos	3
1.1.4	Relevamientos	4
1.1.5	Controles	4
1.2	PRESENTACIONES	4
1.2.1	Primera Presentación.....	4
1.2.2	Segunda Presentación.....	5
1.3	HORARIOS DE TRABAJO	5
1.4	ACCESOS – AUTORIZACIONES REQUERIDAS	5
1.5	SEÑALIZACIÓN DURANTE LOS TRABAJOS - PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROVISTAS	5
2	EQUIPOS Y MATERIALES	6
2.1	CANTIDAD Y COBERTURA DEL EQUIPAMIENTO OFRECIDO	6
2.2	PRESENTACIONES PARA LA OFERTA	6
2.3	PRESENTACION DEL CONCESIONARIO.....	6
3	EJECUCIÓN DE TRABAJOS VINCULADOS CON LA IMPLANTACION EN OBRA	7
4	CONTROL DE ALINEAMIENTO DEL TÚNEL DURANTE LAS OBRAS	8
5	RELEVAMIENTO DEL TÚNEL DURANTE LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS	9
6	ACOMPAÑAMIENTO EN SUPERFICIE DEL AVANCE DE LA EXCAVACION DEL LOS TUNELES 9	
7	RELEVAMIENTO DEL LOS TÚNELES TERMINADOS	10
8	VERIFICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS EN EL INTERIOR DE LOS TUNELES TERMINADOS	11
9	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	13



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para la ejecución de la ingeniería de detalle y los servicios de topografía, que el Concesionario debe atender para la ejecución de las obras civiles de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

En particular el Concesionario debe prestar los siguientes servicios:

- Vinculación de las obras
- Replanteos
- Relevamientos,
- Controles.

1.1.1 Referencias

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y con en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Los requerimientos para la ejecución de la ingeniería de detalle y los servicios de topografía, deben cumplir, particularmente, con el marco establecido por los siguientes manuales para carreteras, los cuales contienen mayor detalle para este proyecto específico:

- Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - CAPITULO I TRABAJOS PRELIMINARES Sección 102 Topografía y georeferenciación.
- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) RD N°143-2001-MTC/15.17 del 12.03.01 RD N°037-2008-MTC/14 (Modificación 2008)

1.1.2 Vinculación de las Obras

El Concesionario realizará la materialización de una Trama Básica de Apoyo Planialtimétrico (T.A.P.A.) apta para todas las obras previstas para la ejecución de las obras civiles de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao. La misma incluirá su relevamiento, cálculo, compensación y su correspondiente vinculación a la Red Cartográfica de la ciudad de Lima (Coordenadas Sistema UTM WGS 84 - 18 sur).

1.1.3 Replanteos

El Concesionario deberá realizar el replanteo de todas las obras provisionarias y definitivas a cielo abierto que realice, vinculándolas a la T.A.P.A.



1.1.4 Relevamientos

- 1) El Concesionario deberá ejecutar el Relevamiento Planialtimétrico detallado de toda la traza de los túneles, de las estaciones, de los pozos, de los talleres y de todas las obras complementarias, vinculado a la T.A.P.A.
- 2) A la finalización de los trabajos el Concesionario realizará el Relevamiento Planialtimétrico completo de las obras terminadas, vinculado a la T.A.P.A, el que será incorporado a los "Pianos Conforme a Obra".
- 3) El Concesionario hará un relevamiento detallado de la ubicación de todos los puntos de control para el tema de las auscultaciones previstas en la ET 07 Auscultación. Así mismo hará un relevamiento detallado de la ubicación planialtimétrica de todos los instrumentos previstos en la especificación técnica anteriormente mencionada. La información recogida formará parte de las lecturas iniciales de los sistemas de control.

1.1.5 Controles

- 5) También deberá realizar el alineamiento del túnel a medida que se construye, utilizando un Sistema de Control de Avance (ACS) automático, vinculado con el frente del sistema de excavación y asociado a un sistema auxiliar permanente de mediciones de control y autocontrol del túnel, referido a la T.A.P.A., que permita verificar y corregir el posicionamiento del frente a medida que avanza la excavación en túnel.
- 6) El Concesionario realizará las lecturas relativas al control de asentamientos-levantamientos-distorsión del terreno, incluyendo las lecturas sistemáticas en superficie de puntos de seguimiento del paso de la excavación en túnel, y deberá referenciarlas a puntos fijos de la T.A.P.A.
- 7) El Concesionario realizará durante la obra todas las mediciones y controles topográficos que verifiquen las tolerancias aceptables de construcción de cada obra particular.

1.2 PRESENTACIONES

Dados los distintos tiempos de ejecución que requieren las diferentes partes de las obras y lo crítico que resultan algunas tareas para el cumplimiento de los plazos, el Concesionario deberá presentar la documentación requerida, para la ejecución de los trabajos comprendidos en esta especificación, en dos partes:

1.2.1 Primera Presentación

El Concesionario deberá presentar, dentro de los 20 días anteriores al inicio de las obras:

- 1) Un listado detallado de los instrumentos que piensa utilizar para la materialización de las obras necesarias para el comienzo de los trabajos.
- 2) Un procedimiento referido a la metodología de medición, materialización y colocación de los "Puntos Fijos" (PF) a utilizar para ejecutar la Trama Básica de Apoyo Planialtimétrico (T.A.P.A.) incluyendo el relevamiento, cálculo, compensación y su correspondiente vinculación a la Red Cartográfica Oficial del lugar, con la precisión requerida en el punto 7 esta misma sección.



- 3) Una declaración de procedimiento específico de calibración y control de todos los instrumentos/equipos de medición a ser utilizados durante la construcción de las obras.

1.2.2 Segunda Presentación

El Concesionario deberá presentar, dentro de los 60 días posteriores al inicio de las obras:

- 1) Un listado completo y detallado de los instrumentos y equipos que piensa usar para desarrollar la totalidad de los trabajos.
- 2) una declaración de procedimiento relativo a los métodos de alineación del frente de excavación en túnel incluyendo el Sistema de Control de Avance (ACS) y sistemas auxiliares con mediciones de control y autocontrol.
- 3) Una declaración de procedimiento de lecturas de instrumentación-niveles de tolerancia-niveles de intervención.
- 4) Una declaración de procedimiento con la propuesta de medición y verificación de las tolerancias de construcción relativas a desviaciones planimétricas, desniveles, diámetros y ovalización de los tramos (anillos o equivalentes) instalados. Deberá programarse y ejecutarse de manera tal que la distancia máxima entre las mediciones y la cola del equipo de tuneleo no exceda los 30 metros.
- 5) Una declaración de procedimiento relativa al Relevamiento Planialtimétrico del túnel terminado y los Planos Conforme a Obra.
- 6) Una declaración de procedimiento relativa al control y verificación topográfica de la acometida de la tuneladora en cada estación / pozo de entrada y salida de las tuneladoras.

1.3 HORARIOS DE TRABAJO

- 1) El Concesionario deberá tener a disposición el personal y equipamiento de topografía disponible durante los turnos de trabajo en todos los frentes de Obra que lo requieran.
- 2) En los túneles no se autorizarán trabajos de avance de la excavación sin la presencia del personal de topografía capaz de operar en los controles de alineamiento y posicionamiento de la tuneladora y seguimiento en superficie de los niveles de asentamiento-levantamiento-distorsión.

1.4 ACCESOS – AUTORIZACIONES REQUERIDAS

Antes del inicio de cualquier tarea de topografía vinculada a áreas nuevas de trabajo, propiedad de terceros, concesionarios o particulares, que pudieran ser afectados de manera directa o indirecta por el desarrollo de los trabajos, el Concesionario deberá gestionar sus autorizaciones escritas de acceso y para el Supervisor de Obra, entregando copia de dichas constancias a esta última.

1.5 SEÑALIZACIÓN DURANTE LOS TRABAJOS - PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROVISTAS

- 1) El Concesionario deberá verificar y controlar con precisión los hitos (mojones) que materializan la Trama Básica de Apoyo Planialtimétrico (T.A.P.A.), mantenerlos y



protegerlos contra daños accidentales y de terceros. Deberá también reemplazar los hitos dañados o removidos.

- 2) En todos los trabajos de topografía que requieran hitos, mojones, marcas u otro tipo de señalización temporal o definitiva, el Concesionario tomará los recaudos necesarios para que las mismas no sean dañadas ni deterioradas por equipos de la obra o por terceros, quedando bajo su entera responsabilidad su restitución a las condiciones originales.
- 3) Si los hitos resultaran dañados o removidos por otras personas ajenas al Concesionario dentro de la obra, se deberá notificar al Supervisor de Obra para su conocimiento y efecto.
- 4) El Concesionario deberá reemplazar los mojones o los instrumentos de señalización *dañados haciéndose cargo de los costos en caso de que sean removidos o destruidos a causa de la construcción o por terceros ajenos a la obra.*
- 5) El Concesionario deberá realizar las memorias necesarias de todos los hitos de la T.A.P.A. apoyándose en puntos auxiliares que permitan reconstruir las instalaciones o puntos perdidos.

2 EQUIPOS Y MATERIALES

2.1 CANTIDAD Y COBERTURA DEL EQUIPAMIENTO OFRECIDO

El Concesionario deberá proveer todos los instrumentos, equipos, herramientas, materiales e insumos necesarios conjuntamente con la mano de obra correspondiente en todas las zonas afectadas a las Obras.

2.2 PRESENTACIONES PARA LA OFERTA

El oferente deberá presentar una Memoria Descriptiva en donde se indicará el equipamiento básico y la metodología operativa que piensa utilizar para llevar a cabo las tareas previstas en la presente especificación.

2.3 PRESENTACION DEL CONCESIONARIO

El Concesionario deberá detallar en su presentación, las características y cantidades de todo el equipamiento a utilizar para el alineamiento y control permanente de la operación del equipo de tuneleo en su derrotero para mantenerlo dentro de las tolerancias de la traza teórica como también de los equipos/instrumentos que requerirá para cumplir con las precisiones de la topografía de las obras.

1) Componentes principales. Listado no limitativo:

- Estación total con láser incorporado (ETL) y/o teodolito-distanciómetro con objetivo láser (TDL) (marca WILD-LEICA o similar en características y calidad)
- Unidad de control del láser (LCU)
- Unidad de Interfaz
- Unidad de puntería láser (integrado por el Sistema de Láser Electrónico –ELS- con Inclínómetro incorporado)



- Prisma reflector, compatible con la ETL y/o el TDL.
- Computadora industrial con monitor integral incorporado a la máquina excavadora para recibir los datos del TDL o ETL
- Software de última generación que contemple un Sistema de Control de Avance (ACS) automático de la máquina y que soporte todos los detalles de la posición de la misma y del revestimiento, tanto en planimetría como en altimetría, el trazado teórico y el real, así como las correcciones necesarias para alcanzar el trazado proyectado.
- Estación total con su conjunto de prismas y pantallas de puntería, con tarjetas para almacenar datos y su interfaz para conectar a PC.
- Nivel óptico automático.
- Nivel electrónico con miras codificadas y tarjeta de almacenamiento de datos e interfaz para conectar a PC
- Teodolito Giroscópico

3 EJECUCIÓN DE TRABAJOS VINCULADOS CON LA IMPLANTACION EN OBRA

El Concesionario realizará la materialización de una Trama Básica de Apoyo Planialtimétrico (T.A.P.A.) apta para todas las obras previstas en el Contrato. La misma incluirá su relevamiento, cálculo, compensación y su correspondiente vinculación a la Red Cartográfica Oficial del lugar, con la precisión indicada en el punto 6.1 de esta misma sección.

- 1) Con esa documentación el Concesionario ejecutará el Levantamiento Planialtimétrico de la traza del túnel y verificará in situ toda la geometría y planialtimetría del proyecto, proporcionando al Supervisor de Obra todos los resultados que obtenga del relevamiento y cálculo.
- 2) Todos los Planos del Proyecto Constructivo de Detalle a elaborar por el Concesionario deberán ser compatibles con la T.A.P.A. y la presente especificación técnica, además de aquellos que surjan de la metodología general de trabajo aprobado.
- 3) El Concesionario asumirá la responsabilidad por la correcta iniciación y ubicación de las Obras en cuanto a su posición, niveles, dimensiones y trazado de los distintos tramos de la misma y por el suministro de todos los instrumentos de medición y mano de obra que utilice.
- 4) El Supervisor de Obra verificará las mediciones, el trazado en la zona de Obra y los cálculos realizados por el Concesionario informando a este último acerca de los resultados de esa verificación. En caso de que surgieran discrepancias, el Concesionario y el Supervisor de Obra colaborarán para subsanarlas. No se realizarán otras operaciones hasta verificar la exactitud del trabajo realizado anteriormente.
- 5) La verificación de memorias de cálculos, planos, trazado de líneas o niveles por parte del Supervisor de Obra no relevará al Concesionario de su responsabilidad por el correcto emplazamiento de las obras.



- 6) El Concesionario deberá controlar y ejecutar la Obra dentro de las trazas y niveles que constan en los Planos de la Ingeniería de Detalle y dentro de los márgenes de tolerancia estipulados, para lo cual tendrá que disponer del instrumental de medición más apropiado.
- 7) El Concesionario deberá suministrar al Supervisor de Obra todos los datos de planimetría y altimetría correspondientes a los trabajos que ejecuta. El Supervisor de Obra se reservará la opción de verificar parcial o totalmente las mediciones. Aun cuando el Supervisor de Obra hiciera o no uso de esta opción, el Concesionario no quedará liberado de su responsabilidad en cuanto a la exactitud de sus mediciones.
- 8) El Concesionario deberá proporcionar a pedido del Supervisor de Obra todos los equipos y medios necesarios para que pueda llevar a cabo sus propias mediciones de control de las obras, en concordancia con el punto 2.3 de la presente Sección

4 CONTROL DE ALINEAMIENTO DEL TÚNEL DURANTE LAS OBRAS

4.1 El Concesionario deberá controlar permanentemente el alineamiento del túnel a medida que se construye, utilizando un Sistema de Control de Avance (ACS) automático, de última generación vinculado con el frente del sistema de excavación y asociado a un sistema auxiliar permanente con mediciones de control y autocontrol interno del túnel, todo referido a la T.A.P.A., que permita verificar y corregir el posicionamiento del frente a medida que avanza la excavación en túnel.

- 1) Todo el conjunto deberá permitir controlar la geometría vertical y horizontal de las obras proyectadas en túnel.
- 2) El Concesionario deberá demostrar que el Sistema de Control de Avance (ACS) de los equipos de tuneleo es capaz de realizar un monitoreo y registro continuo de la posición y el comportamiento del frente de ataque y transmitir al equipo de topografía y al Supervisor de Obra la información de posicionamiento, funcionamiento y dirección de los equipos de tuneleo.
- 3) El equipo auxiliar con mediciones de control y autocontrol deberá realizar como mínimo una verificación y ajuste del sistema de posicionamiento por día de trabajo o cambio de estación dentro del túnel. Este control será presentado en tiempo real para su conformidad al Supervisor de Obra.
- 4) Durante cada turno de excavación en túnel, el ACS deberá estar capacitado para informar permanentemente acerca de la posición y el comportamiento del frente de la tuneladora, indicando el pronóstico de correcciones previstas en cada tramo a excavar (anillo o similar). El Concesionario deberá anticipar al Supervisor de Obra con el debido tiempo, las consecuencias que las correcciones adoptadas puedan tener en la tolerancia admisible del revestimiento.
- 5) El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra con una frecuencia semanal de manera graficada la evolución del alineamiento del frente de la excavación por tramo (anillo o similar) a lo largo de la obra.
- 6) Para el control auxiliar del ACS de la tuneladora, el Concesionario deberá efectuar las mediciones de control y autocontrol planialtimétrico dentro del túnel, instalando las estaciones de instrumental de medición, bancos de nivel y/o plataformas que correspondan



a lo largo del túnel e inmediatamente detrás del avance del equipo de excavación como para asegurar las lecturas de calibración y correctivas correspondientes a cada día o cambio de estación de trabajo. Las estaciones de lectura dentro del túnel se ubicarán separadas a una distancia entre sí, que dependerá de la geometría de la traza del túnel.

- 1) Estas estaciones de instrumental, cuyas características se detallarán en el procedimiento respectivo, materializarán la poligonal zigzagueante dentro del túnel.
- 2) Además de esta poligonal zigzagueante será necesaria una poligonal secundaria cuyas estaciones podrán coincidir y será la poligonal de apoyo topográfico de "Puntos Guías", que necesitará el ACS del equipo de tuneleo, para indicar su posición planialtimétrica. Todos los puntos estarán referidos a la T.A.P.A. y detallados en la declaración de procedimiento respectiva.
- 3) Los hitos dentro del túnel serán ubicados en lugares aprobados y con puntos de acceso adecuados, protegidos contra todo tipo de deterioro y en lugares adyacentes a las ménsulas de "estación" del instrumental.
- 4) Será necesario lograr la mayor precisión en lo referente a la alineación del equipo de tuneleo e instalación del revestimiento permanente, llevando adelante las tareas planialtimétricas tal como se requiera a fin de mantener y controlar los márgenes de tolerancia estipulados.

4.2 Si el Supervisor de Obra resolviera modificar la alineación, se deberán adaptar los trabajos a dicha modificación.

4.3 El Concesionario deberá proveer y colocar, los "hitos" permanentes y las ménsulas de "Estación" de medición, que sean necesarias en toda la longitud del interior del túnel. Las placas de referencia se colocarán de la siguiente manera:

- 1) En los tramos rectos a intervalos a acordar con el Supervisor de Obra.
- 2) En las curvas horizontales en ambos extremos de todas las transiciones.
- 3) En las curvas verticales en ambos extremos de todas las curvas.

4.4 Los detalles constructivos, ubicación y protección de los diferentes "HITOS" de medición deberán figurar en el procedimiento respectivo.

- 1) El Concesionario deberá numerar las bases de referencia consecutivamente comenzando en el origen del proyecto, grabando en cada "hito" su número de serie.

5 RELEVAMIENTO DEL TÚNEL DURANTE LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, el Concesionario ira efectuando los relevamientos periódicos según lo establecido en los Procedimientos de Control presentados según ítem 1.2 de la presente especificación técnica.

6 ACOMPAÑAMIENTO EN SUPERFICIE DEL AVANCE DE LA EXCAVACION DE LOS TUNELES

En el cruce de puntos sensibles de las trazas, el Concesionario deberá materializar de manera legible en superficie, líneas de 5 puntos perpendiculares al eje del túnel separadas 10 m entre



si y con el punto central sobre la vertical del túnel, estando los laterales separados entre 7,0 y 10,0 m a cada lado. Estas líneas serán complementarias de aquellas definidas en la ET 07 Auscultación y tendrán un uso transitorio limitado al momento del paso de la tuneladora.

Se incluyen en los puntos sensibles de las trazas como mínimo los puntos de cruce debajo de vías o servicios existentes relevantes definidos en el Proyecto Referencial, más los otros puntos sensibles que surjan como resultado de las investigaciones realizadas por el Concesionario durante la etapa de Estudios de Ingeniería Básica según ET 02 Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega.

Sobre ellas, el Concesionario efectuará lecturas planialtimétricas sistemáticas con una frecuencia mínima de 4 lecturas por turno, desde 50 m antes y hasta 50 metros después del paso del frente del equipo de tuneleo por debajo de cada una de esas líneas de 5 puntos en superficie. La frecuencia de lectura será la indicada en el punto 3.6.2 de la ET 07 Auscultación. La información resultante será comunicada al final de cada turno al Supervisor de Obra. En caso de advertirse asentamientos-levantamientos-distorsiones mayores que la tolerancia máxima admisible sin dañar los bienes de superficie, la comunicación al Supervisor de Obra será inmediata, procediéndose de acuerdo a lo indicado en el Apartado 4 Niveles de auscultación de referencia y de intervención de la ET 07 Auscultación

En el resto de la excavación de los túneles, el Concesionario realizará el seguimiento de los asentamientos-levantamientos-distorsiones con la instrumentación disponible indicada en los planos y cualquier otra instrumentación requerida por el Concesionario de acuerdo con la ET 07 Auscultación, y aprobada por el Supervisor de Obra y que pudiera estar disponible a los fines de la Auscultación de la obra.

7 RELEVAMIENTO DE LOS TÚNELES TERMINADOS

A la finalización de las obras, el Concesionario realizará el levantamiento completo del túnel terminado, vinculado a la Trama Básica de Apoyo Planialtimétrico (T.A.P.A.), y las modificaciones resultantes quedarán incorporadas a los Planos Conforme a Obra. El relevamiento planialtimétrico de la Poligonal cerrada de manera cruzada, tendrá un error relativo de 1:100.000 y la precisión altimétrica será de ± 1 cm en una nivelación de ida y vuelta de 1,0 km de extensión.

- 1) El Concesionario deberá indicar cuáles serán los hitos que se utilizarán dentro del túnel para recoger la información y deberá remitir al Supervisor de Obra el informe respectivo, con las coordenadas y niveles precisos al terminar su relevamiento.
- 2) Se tomarán los siguientes datos empleando puntos de relevamiento adecuados dentro del túnel, generalmente a intervalos de dos anillos o equivalentes:
 - a- Posición del intradós.
 - b- Posición del invertido.
 - c- Ovalización del revestimiento interior.
 - d- Compensaciones horizontales hacia cada lado a la altura del eje.
 - e- Posicionamiento del revestimiento en otros cuatro puntos de la misma sección (generalmente a 45° con respecto a la vertical).



- f- Posición planialtimétrica y altimétrica de los puntos donde se toman las mediciones.
- 3) Se diseñará y ejecutará el relevamiento de modo que sus resultados puedan ingresarse directamente en un programa de computación, para comprobar la alineación del túnel con respecto a la alineación teórica.
 - 4) Se calculará la diferencia entre las mediciones establecidas anteriormente en 2.a), b), c), d) y e) y los valores teóricos.
 - 5) Se preparará una representación gráfica de las diferencias teóricas registradas en las planillas correspondientes, preparadas para ese fin. Los resultados del relevamiento serán remitidos al Supervisor de Obra con el correspondiente archivo electrónico en CD, que serán compatibles con los programas de computación existentes.
 - 6) El Supervisor de Obra evaluará la información. Si algún tramo de revestimiento se encontrara fuera de los límites de tolerancia, el Supervisor de Obra podrá solicitar al Concesionario la corrección que corresponda. Alternativamente, el Supervisor de Obra podrá adoptar medidas de corrección en el revestimiento teniendo en cuenta los criterios de alineación estipulados.

8 VERIFICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS EN EL INTERIOR DE LOS TUNELES TERMINADOS

8.1 La geometría del gálibo previsto por el Proyecto de Referencia está en los Planos de las secciones tipo de código:

- I04-GEN-TUN-P-001
- I04-GEN-TUN-P-002
- I04-GEN-TUN-P-003
- I04-GEN-TUN-P-004
- I04-GEN-TUN-P-005

y en lo demás planos del Proyecto de Referencia donde es mostrado el gálibo.

Las tolerancias de construcción indicadas en estos planos, son de referencia y deben ser confirmadas por el Concesionario.

Teniendo en cuenta que en el Proyecto de Referencia hay secciones donde las tolerancias no están indicadas porque son extremadamente variables en función de las decisiones constructivas, o, si están indicadas, pueden no ser insuficientes, dependiendo de la tecnología de realización de las obras, y de las características de los medios utilizados, el Concesionario en su propuesta deberá indicar las medidas efectivas internas de excavación en la que las medidas geométricas internas a garantizar, indicadas en los planos del Proyecto de Referencia, serán aumentadas por la tolerancia constructiva total consistente con las tecnologías de realización previstas por el Concesionario mismo en su propuesta.

El Concesionario deberá asegurar en su propuesta, y en el proyecto del Estudio Definitivo que las medidas internas funcionales en los túneles y en las otras obras previstas por el Proyecto de Referencia, están garantizados, tomando en cuenta la variación de las tolerancias, según



corresponda con su propia tecnología de realización de las obras y las características de los medios utilizados.

Las tolerancias de construcción deberá tener en cuenta la suma de todas las tolerancias de construcción tanto para los túneles realizados de manera tradicional (soporte de primera fase y revestimiento definitivo), como para los túneles realizados con Tuneladora (tolerancias de fabricación y de montaje del revestimiento prefabricado, de excavación por parte de la máquina tuneladora, y ovalización).

De la misma manera se debe considerar el aumento de las medidas internas para estaciones en cut & cover o para los pozos entre las estaciones, a fin de tener en cuenta el error de verticalidad en los muros colados, los pilotes y otras tolerancias en las estructuras de soporte según corresponda con la metodología constructiva elegida por el Concesionario.

El eje real longitudinal del túnel estará lo suficientemente alineado y preciso respecto al eje teórico, como para cumplir con las siguientes tolerancias:

- 1) Desviación máxima del eje real con respecto al teórico: $\pm 5,0$ cm
- 2) Variación máxima del diámetro (ID) por ovalización: $\pm 0,5\%$ ID.
- 3) Desnivel máximo entre dovelas: 0,5 cm.

8.2 El Concesionario controlará la excavación del túnel y la construcción del revestimiento para asegurar que se construya con sección transversal circular. Se permitirán las desviaciones planimétricas y altimétricas arriba indicadas, siempre y cuando la recuperación de corrección del nivel no genere la superación de los límites establecidos por la ET 01 Especificaciones Técnicas Prestacionales en el apartado "Requisitos del trazado".

8.3 El Concesionario relevará el coronamiento, el invertido y la línea de plano diametral horizontal a cada lado del revestimiento, a intervalos de 5 metros, para asegurar que el alineamiento esté dentro de las tolerancias especificadas. El relevamiento se realizará inmediatamente detrás de la cola del equipo de excavación del túnel, para permitir la corrección inmediata de cualquier error en planimetría y/o altimetría. La cola del equipo de tuneleo no podrá estar más de 30 metros delante del relevamiento de control de alineación, controlándose con mayor frecuencia cuando se hubieran excedido las tolerancias de planimetría y/o altimetría.

- 1) Si se excedieran las tolerancias de excavación del túnel, el Concesionario será el único responsable de cualquier costo originado en modificaciones de servidumbres de paso, además de los cambios, tratamientos, compensaciones y reparaciones que se generen por ese motivo.
- 2) En el caso de que en un tramo del túnel hayan sido excedidas las tolerancias de desviación planialtimétrica y/o de la variación del diámetro, fijadas en el párrafo 8.1, el Concesionario aplicará las correcciones necesarias.
- 3) No se aceptarán desviaciones verticales, horizontales o de ovalización que superen en más del 50 % (cincuenta por ciento) a las tolerancias establecidas en 8.1 para cada caso.
- 4) Asimismo, no se aceptará que las tolerancias establecidas en 8.1 sean superadas en más del 10 % de la longitud de cada túnel. Basado en su control permanente de las tolerancias



constructivas, el Concesionario podrá establecer la tendencia de las eventuales desviaciones, y a partir de ellas hacer los ajustes correspondientes para no superar los límites establecidos.

- 5) Los desniveles superficiales que superen la tolerancia máxima serán corregidos por el Concesionario para encuadrarlos en los márgenes permitidos, para lo cual presentará al Supervisor de Obra una propuesta de corrección, la que deberá ser aprobada por éste antes de su implementación.

9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET "07 Monitoreo".



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.27 – Morteros



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	DOCUMENTACION A PRESENTAR.....	4
1.4	CONTROL DE CALIDAD.....	4
2	PRODUCTOS	5
2.1	MORTERO AUTONIVELANTE SIN RETRACCIÓN.....	5
2.2	MORTERO AUTONIVELANTE DE 3 COMPONENTES DE ENDURECIMIENTO RÁPIDO, A BASE DE RESINA EPOXÍDICA.	5
2.3	CURADO	5
3	EJECUCIÓN DE OBRA.....	5
3.1	GENERALIDADES.....	5
3.2	COLOCACION DE MORTERO AUTONIVELANTE SIN RETRACCIÓN	6
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	6



1 GENERALIDADES

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para la ejecución de la Ingeniería de Detalle, para el suministro de toda la mano de obra, los materiales y los equipos requeridos para la fabricación y colocación de los morteros que se utilicen para la estructura de las obras incluidas en el Proyecto.

1.1 ALCANCE

- A. El Concesionario deberá proveer todos los materiales para fabricar los morteros de acuerdo con los requerimientos de esta especificación y deberá mezclar, colocar, curar, terminar y hacer todo el trabajo necesario para producir un mortero terminado de acuerdo a los requerimientos del proyecto de la ingeniería de Detalle aprobado por el Supervisor de Obra.
- B. Los tipos de morteros incluidos en esta ET son los morteros para conexión de elementos metálicos en el concreto endurecido, y son los siguientes:
 - 1. Mortero autonivelante sin retracción.
 - 2. Mortero autonivelante de 3 componentes de endurecimiento rápido, a base de resina epoxidica.

Los requerimientos para el mortero de relleno del espacio anular a realizar entre el revestimiento del túnel y la cavidad producida por la excavación de las tuneladoras, no es objeto de esta ET, y se encuentra en la ET 30 "Construcción y revestimiento de túneles excavados con TBM".

Otros tipos de morteros que sean necesarios podrán ser utilizados únicamente si son aprobados por el Supervisor de Obra, previa presentación por parte del Concesionario de las características y de las Especificación Técnica Detallada.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para este proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) -

Para los Ensayos se debe tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y además el Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17



Para el diseño, el Reglamento Nacional de Construcciones y, en particular, la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

Para ensayos no cubiertos por estas Normas serán de aplicación las Normas ASTM o equivalentes que indique el Supervisor de Obra.

1.3 DOCUMENTACION A PRESENTAR

A. El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra para su análisis y aprobación la siguiente información documentada antes (no menos de 30 (treinta) días) de utilizar el mortero:

- Materiales utilizados y proporciones en el mezclado.
 - o Cementos: Marca, tipo, características completas y los resultados de los ensayos físicos, químicos y mecánicos realizados en fábrica.
 - o Agregados y Agua de mezclado. con ensayos de aptitud completos de acuerdo a normas de referencia.
 - o Aditivos: Certificación de los aditivos a usar.
- Tiempos mínimos y máximos transcurridos desde la mezcla y su utilización.
- Métodos de control de los tiempos transcurridos desde la mezcla de los mismos.
- Las resistencias mínimas del mortero de inyección a las 24 horas y a los 28 días.
- El comportamiento en caso de incendio del mortero, certificado por el Fabricante.

B. Toda la documentación se deberá presentar en conformidad con la ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega".

C. En el caso de utilizar morteros envasados, el Concesionario deberá presentar la información que dé evidencia del cumplimiento técnico del mortero con los requerimientos del proyecto, acompañado del procedimiento de ejecución de acuerdo a las especificaciones técnicas detalladas, de los resultados de los ensayos de materiales y certificados de las empresas de producción del material a emplear.

1.4 CONTROL DE CALIDAD

Ensayos:

1) Se deberá efectuar el ensayo de resistencia a la compresión del mortero; el ensayo se realizará según la normas Peruanas, en probetas tomadas de la primera colada para cada tipo de mortero a usar en la obra y después se harán a intervalos que decidirá el Supervisor de Obra.

2) El costo de todos los ensayos los cubrirá el Concesionario. También el Concesionario cubrirá los gastos de ensayos o investigaciones adicionales que se hagan en materiales que no cumplan los requisitos de estas especificaciones.



3) El Concesionario proveerá la mano de obra especializada, el material y los elementos necesarios para preparar las probetas para los ensayos requeridos. El embalaje, la custodia y envío de las probetas también correrá por cuenta del Concesionario.

4) Todo mortero, que una vez colocado no cumpla con los requerimientos de estas especificaciones, deberá ser removido y reemplazado; el Concesionario cubrirá todos los gastos incurridos.

2 PRODUCTOS

2.1 MORTERO AUTONIVELANTE SIN RETRACCIÓN

A. El mortero deberá ser un mortero autonivelante de un solo componente que requiera únicamente la adición de agua. El mortero deberá ser del tipo "sin retracción", que no contenga cloruros ni metales, y con alta resistencia mecánica inicial y final.

B. En alternativa puede utilizarse otra fórmula indicada en los planos o aprobada por el Supervisor de Obra o la persona designada por él.

C. La resistencia a la compresión requerida del mortero a los 28 días será de 350 kg/cm².

2.2 MORTERO AUTONIVELANTE DE 3 COMPONENTES DE ENDURECIMIENTO RÁPIDO, A BASE DE RESINA EPOXÍDICA.

A. El mortero deberá ser vertible para anclajes y fijaciones, sin solventes y autonivelante. El mortero deberá ser un material de 3 componentes de endurecimiento rápido, a base de resina epoxídica.

B. Una cantidad de 2 kg de la mezcla de mortero deberá tener un tiempo de utilización (pot life) de por lo menos 45 minutos a una temperatura de 20°C.

C. Las instrucciones de instalación del fabricante deberán estar impresas en el envase de los ingredientes del mortero. El curado del mortero se hará según las instrucciones del fabricante.

D. La resistencia a la compresión del mortero requerida a las 24 horas será de 350 kg/cm².

2.3 CURADO

El curado de los morteros envasados listos para usar, se hará según las instrucciones del fabricante.

3 EJECUCIÓN DE OBRA

3.1 GENERALIDADES

A. El fabricante del mortero deberá proveer asistencia técnica en la obra cuando esta sea requerida.



- B. El concreto o mampostería donde se colocará el mortero deberá haber obtenido la resistencia requerida antes de que el mortero sea aplicado.

3.2 COLOCACION DE MORTERO AUTONIVELANTE SIN RETRACCIÓN

- A. Para instalación de elementos metálicos, el concreto deberá terminarse de manera tal que se deje suficiente distancia entre el elemento metálico y el concreto para colocar por lo menos 2.5cm de mortero o el espesor que sea requerido en los Planos de la Ingeniería de Detalle.
- B. Una vez que la base metálica se encuentra en la posición requerida por medio de tuercas o espaciadores en los elementos de anclaje, se rellenará el espacio entre la base y el concreto con el mortero requerido. El mortero deberá tener una consistencia manejable para poder rellenar el espacio disponible entre el elemento metálico y el concreto.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 26 Concreto ET 29 Estructuras metálicas ET 30 Construcción y revestimiento de túneles escavados con TBM



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.09 – Obradores



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS.....	3
2	SERVICIOS DE APOYO PROVISIONALES PARA LA CONSTRUCCIÓN	4
2.1	DISPOSICIÓN DEL ESPACIO	4
2.2	INSTALACIÓN	4
2.3	ANDAMIOS	4
2.4	ELEVADORES.....	4
2.5	ESTACIONAMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN	4
2.6	SEGURIDAD	4
3	OBRADORES/ DEPOSITOS/ZONAS PARA OFICINAS DEL SUPERVISOR DE OBRA	5
3.1	OBRADORES	5
3.1.1	Notas Generales	5
3.1.2	Obradores Generales.....	6
3.1.3	Obrador para los Pozos de Ataque TBM Nicolás Ayllón:	6
3.1.4	Protección contra una eventual inundación en caso de Tsunami	7
3.2	DEPOSITOS	7
3.3	OFICINAS	7
3.3.1	PARA EL SUPERVISOR DE OBRA	7
3.3.2	PARA EL CONCESIONARIO	7
4	SEÑALIZACION DE LA CONSTRUCCIÓN	8
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	8



1 GENERALIDADES

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para la ejecución de los documentos, las provisiones y las instalaciones de:

- Servicios de apoyo provisionales para la construcción.
- Obradores / Depósitos / Oficinas
- Señalización de la Obra

necesarios para la ejecución de las obras de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

1.1 ALCANCE

El Concesionario deberá hacerse cargo de las provisiones, de las instalaciones, del mantenimiento y de la remoción de los servicios de apoyo provisionales para la ejecución de las obras de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario, en su alcance del trabajo preparará los documentos de proyecto y otros documentos necesarios relacionados con obradores, además de conseguir los arreglos y obtener los permisos necesarios pertinentes para la instalación, el mantenimiento y la remoción de dichos servicios. Los documentos preparados por el Concesionario deberán ser consistentes con la normativa peruana, con la presente ET, así como con las otras Especificaciones Técnicas de este Pliego.

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y con en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y del Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE).

Los requerimientos para los obradores deben cumplir, particularmente, con el marco establecido por el siguiente manual de carreteras, el cual contiene mayor detalle para este proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) – GENERALIDADES – Secciones 8 Seguridad laboral y 9 Salubridad y CAPITULO I – Trabajos preliminares Sección 104 Campamientos

Además hay que tener en cuenta la siguiente ET estrictamente relacionada:

ET 06 Higiene y Seguridad del trabajo



2 SERVICIOS DE APOYO PROVISIONALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

2.1 DISPOSICIÓN DEL ESPACIO

Si el Concesionario deseara modificar los servicios de apoyo provisionales aprobados, antes o después de instalados, deberá elevar una propuesta al Supervisor de Obra para su aprobación con treinta (30) días de antelación.

2.2 INSTALACIÓN

El Concesionario deberá:

- 1) Suministrar e instalar los servicios de apoyo provisionales necesarios para la construcción a fin de ejecutar las tareas en tiempo y forma.
- 2) Remover dichos servicios del lugar de los trabajos después de su utilización.

2.3 ANDAMIOS

El Concesionario deberá suministrar, instalar y mantener los andamios, rampas y escaleras que se requieran para acceder a los lugares de trabajo.

2.4 ELEVADORES

- 1) El Concesionario deberá suministrar, instalar, operar y mantener los elevadores o grúas que se requieran para la movilización de los obreros, materiales y equipos.
- 2) La operación de los elevadores y grúas deberá estar a cargo de operarios especializados.

2.5 ESTACIONAMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN

- 1) El Concesionario proporcionará y mantendrá una o más áreas de estacionamiento en cada obrador.
- 2) No se permitirá el estacionamiento en la calle.

2.6 SEGURIDAD

En general, las condiciones de seguridad bajo las cuales deben desarrollarse las actividades de construcción de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao y sus obras conexas, deberán ser consistentes con la normativa peruana corriente, y con ET 05 Protección del medio ambiente y ET 6 Higiene y seguridad del trabajo de este pliego.

En particular:

- 1) El Concesionario proporcionará el personal de seguridad para vigilar las zonas de los trabajos y las oficinas del Supervisor de Obra y lo que se encuentre dentro de las mismas, dentro y fuera de los horarios de trabajo durante todo el tiempo que dure la obra.



2) El Concesionario tendrá que proveer la seguridad para los inspectores de la Supervisión de Obras, del Concedente y de los organismos terceros durante todas las horas de trabajo (día, noche, fines de semana, feriados, si corresponde), disponiendo personal específico para este fin.

3 OBRADORES/ DEPOSITOS/ZONAS PARA OFICINAS DEL SUPERVISOR DE OBRA

3.1 OBRADORES

3.1.1 Notas Generales

a) Con excepción de los predios indicados en (3.1.2) y (3.1.3) que el Concedente pone a disposición del Concesionario, éste tendrá a su cargo gestionar y obtener todos los permisos para ocupar los espacios públicos donde serán construidas las obras, tomando a su cargo el pago de los derechos y/o tasas que correspondan.

b) Los Obradores estarán equipados con un depósito suficiente para almacenar todos los materiales que requieran protección del medio ambiente para protegerlos del mismo. El área seleccionada para dicho almacén será apropiada y conveniente para almacenar los materiales según su constitución, forma y naturaleza. Dicho almacén será aprobado por el Supervisor de Obra.

c) Será obligación del Concesionario mantener el orden y la limpieza en todas aquellas áreas donde se almacenen materiales y en todas las vías de circulación que se utilicen para transportarlos.

d) Los materiales a almacenar se dispondrán de modo tal que evitará su deslizamiento o caída.

e) Deben tenerse en cuenta la circulación peatonal y vehicular. La circulación peatonal debe ser establecida en los sitios de menor riesgo. Dichas vías deben estar perfectamente demarcadas y libres de obstáculos. Asimismo se indicarán en forma inequívoca los caminos de evacuación en caso de peligro, así como todas las salidas normales de emergencia.

f) El Concesionario deberá proporcionar seguridad y vigilancia en todos los Obradores, que comprenderá:

- a. cerco perimetral, de altura y tipo adecuado según la legislación vigente, previamente aprobado por el Supervisor de Obra
- b. guardia (vigilancia) 24 horas por día
- c. puertas de entrada y salida controladas por vigilancia
- d. sistema de alarma de intrusión para todas las oficinas, almacenes, y cualquier otro edificio provisorio dentro de los Obradores.

g) El Concesionario obtendrá, por su cuenta y riesgo, los terrenos que pudiera necesitar para la instalación de la zona de las obras, si los que el Concedente hubiera puesto a su disposición y estuvieran incluidos en la Zona de las obras, fuesen insuficientes.

h) Salvo disposiciones contrarias en el Contrato, el Concesionario sufragará todos los costos relacionados con el establecimiento y el mantenimiento de las instalaciones en la zona de las



obras, incluidos los caminos de servicio y las vías de acceso que no estén abiertos al tránsito público.

i) El Concesionario deberá colocar en la zona de las obras y en los talleres un letrero que indique el nombre del Concedente por cuenta del cual se ejecutan los trabajos, el nombre, título y dirección del Supervisor de Obra, y toda la información exigida en virtud de la legislación laboral del país del Concedente.

j) Todos los equipos del Concesionario y de sus subcontratistas, todas las obras provisionales y los elementos suministrados por el Concesionario y sus subcontratistas se considerarán, una vez que estén en la Zona de las obras, destinados exclusivamente a la ejecución de los trabajos. El Concesionario no deberá retirarlos, ni total ni parcialmente, sin la aprobación del Representante Legal del Concedente, excepto con el fin de trasladarlos de una parte a otra de la Zona de las obras. Queda entendido que tal aprobación no será necesaria para los vehículos destinados a transportar al personal, la mano de obra y el equipo, los suministros, la planta o los materiales del Concesionario desde o hacia la Zona de las obras.

k) Las áreas de depósito del material proveniente de las excavaciones de las obras, serán identificados por el Concesionario en su Oferta técnica, tal como se determina en la ET Evacuación y depósito del material excavado.

3.1.2 Obradores Generales

El Concesionario deberá proveer a partir de la Fecha de Inicio y hasta la finalización del Contrato, Obradores Generales, que deberán contar con un área (tamaño) adecuada y suficiente para acomodar todas las necesidades de la administración, depósito de materiales y acopio de equipos acorde al tamaño y complejidad de las obras a realizar.

A esos efectos, el Concesionario podrá utilizar las dos áreas que el Concedente pone a su disposición, posicionados respectivamente en los terrenos cerca de la estación Mercado Santa Anita, de aproximadamente 200.000m², y en los terrenos de Callao de aproximadamente 1500.000m². En las mismas, el Concesionario podrá instalar la fábrica de dovelas, acopios de materiales, áreas de trabajo para el Pozo de Acceso, oficinas, equipos, etc.

Si fuera de su interés o conveniencia, el Concesionario podrá utilizar, para sus instalaciones, terrenos ubicados en otro lugar.

El Concedente proporcionará toda la ayuda necesaria para obtener la disponibilidad provisional de las áreas necesarias, antelas autoridades que tienen la propiedad o la gestión de dichas áreas.

3.1.3 Obrador para los Pozos de Ataque TBM Nicolás Ayllón:

Las obras de los Pozos de Ataque TBM Nicolás Ayllón que luego se transformará en la Estación Nicolás Ayllón se construirán en el terreno puesto a disposición para el Concedente.



3.1.4 Protección contra una eventual inundación en caso de Tsunami

Las instalaciones del Concesionario en los predios en la proximidad de la mar, como el predio de Puerto del Callao, deberán estar protegidas contra una eventual inundación en caso de Tsunami. Para evaluar la altura de las olas y la consecuente altura de la protección el Concesionario deberá considerar el periodo de retorno del Tsunami adecuado para el tiempo de uso del Obrador. Para proteger los Obradores, el Concesionario implantará por encima de la cota de inundación máxima con suficiente revancha, y/o dispondrá una protección perimetral para evitar la inundación del recinto de trabajo.

3.2 DEPOSITOS

El Concesionario deberá:

- 1) Instalar y mantener, en condiciones de orden y limpieza, depósitos cerrados y resguardados para el almacenamiento de herramientas, equipos y materiales.
- 2) Ubicar los materiales que no serán almacenados, en galpones techados de manera que interfieran lo menos posible con las actividades de la Obra.

Además deberá proporcionar locales para laboratorio de ensayos y almacenamiento de muestras según lo requerido en la ET 4 Control de calidad

3.3 OFICINAS

3.3.1 PARA EL SUPERVISOR DE OBRA

- El Concesionario proporcionará en los sitios de los obradores principales de la obra un área mínima de 300m² con sus correspondientes accesos y estacionamiento para cinco vehículos como mínimo, destinada a la implementación de las oficinas para el Supervisor de Obra, facilitando al mismo tiempo las conexiones a las redes de infraestructura necesarias para su normal funcionamiento. Todos los gastos correspondientes a la construcción y retiro de estas oficinas con sus obras de infraestructura (instalaciones de agua, luz, internet, gas, etc.) estarán a cargo del Concesionario.
- En cada uno de los Obradores secundarios, el Concesionario facilitará del mismo modo que en el punto anterior, espacio para la implementación de oficinas, accesos y estacionamiento de tres vehículos como mínimo.

3.3.2 PARA EL CONCESIONARIO

- Las oficinas del Concesionario deberán estar separadas (sin paredes en común) de las oficinas del Supervisor de Obra, con espacio acorde a la complejidad y tipo de obra descrita en los documentos contractuales.
- El Concesionario deberá disponer de un sistema de radioteléfonos celulares compatible con el sistema del Supervisor de Obra



4 SEÑALIZACION DE LA CONSTRUCCIÓN

1) El Concesionario deberá suministrar e instalar, dentro de los 30 (treinta) días posteriores al momento de la toma de posesión de la área, o cuando lo indique el Supervisor de Obra, dos carteles de obra en los lugares que indique el Supervisor de Obra, más un cartel por obrador de Estaciones, Pozos, obradores principales, sitio de las oficinas del Supervisor de Obra y cualquier otro sitio relacionado a la obra.

- Se colocarán letreros identificatorios de la obra de 2,4m x 3,6m cuyo lado inferior deberá estar a una altura de 1,8 m del suelo, fijados sobre una estructura de base fabricada de acero estructural. Dicha base tendrá el pie y la estructura de este mismo material y deberá ser de fabricación soldada o similar. Los letreros deberán colocarse con una cimentación de suficiente estabilidad como para no caer ante la presión de un viento de 100 km/h, y en cualquier caso, no inferior al estipulado por el Reglamento Nacional de Edificaciones "RNE".
- Los letreros contendrán los siguientes datos: logotipo y nombre del Organismo Concedente, nombre del Supervisor de Obra y del Proyectista, origen del financiamiento, identificación de la obra incluyendo las características y cantidades principales, nombre de la Empresa Concesionaria y sus principales Subcontratistas, Monto y plazo del Contrato.
- Los letreros contendrán además la modalidad de comunicación con el concesionario y sus representantes en obra en caso de necesidad o de emergencia

El Concesionario deberá presentar la Ingeniería y el diseño detallado del conjunto de letrero y su base al Supervisor de Obra para recibir la aprobación de éste antes de su fabricación.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 02 Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega, ET 05 Protección del medio ambiente, ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo, ET 16 Evacuación y depósito del material excavado.



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6. 10 – Demoliciones



Índice

1	GENERALIDADES.....	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	DOCUMENTACION A PRESENTAR	3
2	EJECUCIÓN DE OBRA	5
2.1	GENERALIDAD	5
2.2	PROTECCION.....	6
2.3	REMOCION DE ESCOMBROS	6
2.4	REPARACIONES DE ESTRUCTURAS EXISTENTES.....	7
3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS.....	7



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Los trabajos objeto de esta especificación comprenden la provisión de todos los documentos, los materiales, la mano de obra y los equipos necesarios para ejecutar y completar las tareas de remoción y demolición de la infraestructura y edificaciones que sean requeridas para el desarrollo de las Obras, incluyendo:

- A. la demolición de infraestructuras y edificaciones existentes en los lugares de trabajo;
- B. la demolición de obras temporales necesarias durante los trabajos (demolición de las obras provisionales de protección contra Tsunami);
- C. la demolición de partes de estructuras que, habiendo sido construidas en una primera etapa, deban ser eliminadas para continuar con obras a ejecutar en etapas posteriores (demolición de los muros colados para generar las aberturas de ingreso / egreso de las tuneladoras);
- D. y toda otra demolición que, sin estar explícitamente indicada en el proyecto de referencia, o en esta especificación, sea necesaria para la realización de las Obras.

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, con el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y la normatividad internacional aplicable y vigente.

En particular los requerimientos para la ejecución de las *remociones y demoliciones*, deben cumplir con el marco establecido por el manual siguiente, para carreteras, que contiene mayor detallado para este proyecto específico:

- Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - CAPITULO VI OBRAS COMPLEMENTARIAS Sección 604 Demoliciones.

Si los trabajos involucran un bien inmueble integrante del Patrimonio Cultural de la Nación:

- Ley N° 28296 Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (necesidad de la autorización previa del Ministerio de Cultura).

1.2 DOCUMENTACION A PRESENTAR

El Concesionario dentro de los quince (15) días calendario siguientes a la fecha de suscripción del Contrato de Concesión, deberá presentar al Concedente, para la aprobación de éste, un plan de remoción y demolición de la infraestructura o edificaciones que sean necesarias para la ejecución de las Obras del Proyecto. Dicho plan deberá contemplar los principios de recuperación, reciclaje y disposición de los materiales así como las medidas pertinentes para recuperar la mayor cantidad de elementos de la infraestructura, siempre que sean



aprovechables, para uso secundario, siempre y cuando estos no contengan sustancias tóxicas. Dichos elementos recuperables serán de propiedad del Concesionario y los mismos podrán emplearse en obras provisionales que requiera el Proyecto u otros fines que asigne el Supervisor de Obra y el Concedente. En caso que el Concesionario proponga la utilización de los elementos recuperables para las obras provisionales, éste deberá solicitar la autorización por parte del Concedente. En ningún momento, ni bajo ninguna circunstancia, el Concesionario podrá usar los materiales o elementos recuperables en la construcción de las Obras definitivas.

El Concesionario, antes del comienzo de los trabajos de demolición, deberá presentar para su aprobación por el Supervisor de Obra, el proyecto de Ingeniería de Detalle de demolición.

Ningun trabajo de demolicion puede ser iniciado sin la aprobación del Supervisor de Obra.

El proyecto de Ingeniería de Detalle de demolición deberá incluir:

- Procedimientos y métodos a emplear y las medidas de seguridad que se observarán en dichas labores.
- La descripción de la estructura a demoler, conociendo las plantas, secciones, alzados o modificaciones anteriores.
- Estado actual de los elementos estructurales, antigüedad en la construcción, sistemas de apuntalamiento y técnica con la que fue construida.
- Características del suelo, cimentaciones, viales o redes de servicios.
- Análisis o evaluación del contenido de los materiales a demoler para identificar materias peligrosas que se pueden encontrar, en particular para detectar la presencia de amianto y asbesto en todas su formas y poder tomar las medidas adecuadas de protección.
- Medidas de protección colectiva y personal, para la protección colectiva
- Medidas para la protección de los productos por la demolición y especialmente por el polvo.
- Cronograma de trabajo completo de remoción y demolición con una secuencia detallada de demolición y remoción de desechos, y su transporte y disposición final.
- Deben tomarse medidas particulares para evitar que personas ajenas a la obra puedan encontrarse cerca de los lugares de trabajo.
- Plan para el manejo de los desperdicios o escombros, incluyendo las fuentes de los materiales, las cantidades de los materiales que serán recuperados, reciclados y para disposición temporal o permanente, la localización de los sitios de disposición (depósitos o almacenes) de los materiales y los procesos de tratamiento de los materiales que lo requieran.

El Concesionario deberá presentar también todos los documentos necesarios para obtener los permisos y las autorizaciones municipales, provinciales y/o nacionales, que podrian resultar necesarios para los trabajos de remoción y demolición, si corresponde. Será responsabilidad del Concesionario, presentar un plan de trabajo que identifique claramente las actividades para la remoción de la infraestructura o edificaciones para que el Concedente pueda programar el



acceso a dichas áreas con la anticipación suficiente para coordinar y gestionar la desocupación de los mismos.

2 EJECUCIÓN DE OBRA

2.1 GENERALIDAD

- A. El Concedente, a requerimiento formal del Concesionario, tendrá la responsabilidad de otorgarle acceso a todas las áreas de terreno donde se ejecutarán las Obras y donde se encuentre infraestructura o edificaciones que requieran ser removidas para que el Concesionario pueda tener libre acceso y proceder con los trabajos de remoción. El Concesionario, a solicitud del Concedente, podrá coadyuvar en el proceso de obtener dichos derechos de acceder a estas áreas, a fin de reducir los tiempos para el inicio de las Obras.
- B. El Concesionario deberá presentar la documentación descrita en el punto 1.2, para la obtención del permiso de iniciación de los trabajos otorgado por el Supervisor de Obra.
- C. La demolición de las edificaciones existentes deberá hacerse de acuerdo con el proyecto de Ingeniería de Detalle aprobado, dejando los terrenos libres de todo obstáculo que pudiera dificultar la construcción.
- D. No se permitirá el uso de micro-explosivos en ninguno de los trabajos de demolición requeridos. El trabajo comprende la demolición de todas las estructuras temporales que interfieran con el avance de las Obras.
- E. El material de demolición quedará como propiedad del Concesionario, quien deberá transportarlo del lugar en breve lapso; no se permitirá que la acumulación de material de demolición interrumpa el avance de los trabajos. Por lo tanto, es responsabilidad del Concesionario transportar los materiales producidos por la remoción de la infraestructura y edificaciones ubicadas en las inmediaciones del Proyecto. El Concesionario deberá tomar todas las previsiones del caso con relación al manejo, la segregación por principales tipos, el embalaje, el transporte, el almacenamiento temporal o permanente y los métodos de disposición de los materiales en cumplimiento de la regulación nacional y/o las mejores prácticas internacionales, adicionalmente, el Concesionario deberá considerar que no se permitirá la quema de ningún material o elemento resultante de las actividades de remoción y/o demolición.
- F. La responsabilidad de conducir la operación de demolición de manera que no dañe ni afecte la estabilidad de las estructuras adyacentes, será exclusivamente del Concesionario.
- G. En los bordes de la zona a demoler, el trabajo se hará con sumo cuidado. Los trabajos de demolición no deberán generar situaciones de riesgo en las estructuras existentes, incluyendo las a demoler, pero si se diera el caso el concesionario deberá generar un sistema de sostenimiento para mitigar el impacto. El Concesionario deberá construir todas las estructuras de protección que sean necesarias a fin de garantizar lo expuesto precedentemente, a su propio costo y tomar las medidas necesarias para mitigar los



efectos sobre las propiedades inmuebles y la población. Además se deberán realizar los refuerzos para las estructuras a no demoler, si corresponde.

- H. Las demoliciones de los muros colados para realizar las aberturas necesarias para el ingreso o egreso de las tuneladoras, se harán luego de construidos los tratamientos del suelo y/o los refuerzos estructurales y de que estos hayan alcanzado su resistencia de diseño.

2.2 PROTECCION

- A. Deberá realizarse una sección específica del PSST por cada demolición con las medidas de protección a utilizar para garantizar la seguridad y la salud de los obreros y de las personas involucradas, para un área de influencia adecuada alrededor de la obra.
- B. El área alrededor de la demolición deberá mantenerse segura para el tránsito de personas y equipos. Las operaciones de demolición deberán conducirse de manera que no se cause daño alguno a personas y a las instalaciones o edificios adyacentes. Deberá ser vallada toda la zona alrededor de los trabajos y adecuadamente señalada.
- C. La parte de la estructura a ser demolida deberá ser protegida de manera que se prevengan movimientos, desplazamientos o colapso durante las operaciones de demolición.
- D. Deberá utilizarse medidas de control del polvo, como por ejemplo nebulización de agua, pantallas provisionarias.
- E. Si se encuentran materiales peligrosos, como por ejemplo amianto, deberán asumirse las medidas especificadas en el PSST
- F. Estructuras, construcciones, cañerías, equipos y otras instalaciones que no deban ser demolidos, deberán protegerse y mantenerse en buen estado, realizando, si fuera necesario, los apuntalamientos y demás medidas de prevención que sean requeridas.
- G. Las medidas a tomarse sobre las vibraciones inducidas por las operaciones de demolición en el medio circundante, si corresponde, deberán hacerse de acuerdo con la ET 07 Monitoreo.

2.3 REMOCION DE ESCOMBROS

- A. La remoción de escombros deberá conducirse de manera que no cause interferencia con las instalaciones existentes en operación. No se permitirá que se cierren calles o veredas al tránsito sin permiso del Supervisor de Obra, y sin autorizaciones previas de los organismos competentes.
- B. Todos los escombros deberán removerse fuera de la obra y no se permitirá que ningún material de desecho sea quemado en la obra.
- C. Se recomienda el reciclaje del material procedente de la demolición.
- D. El transporte y la disposición de los materiales provenientes de las demoliciones se hará en las condiciones especificadas en la ET 16 Evacuación y depósito del material excavado.



2.4 REPARACIONES DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

A. El Concesionario será responsable de realizar todas las reparaciones de los daños que se les cause a las instalaciones existentes adyacentes a la demolición, y deberá darles la misma terminación que tenían antes de ser dañadas.

B. El costo de las reparaciones de las instalaciones dañadas o las pérdidas ocasionadas por daños a las estructuras durante la demolición las cubrirá el Concesionario.

3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 05 Protección del medio ambiente, ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo, ET 07 Monitoreo, ET 16 Evacuación y depósito del material excavado.



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.11 – Limpieza y preparación de terreno



Índice

1	GENERALIDADES.....	3
1.1	ALCANCE DE ESTA SECCION.....	3
1.1.1	Referencias.....	3
1.2	DOCUMENTACION A PRESENTAR.....	3
2	EJECUCION DE OBRA.....	4
2.1	GENERALIDADES.....	4
2.2	LIMPIEZA DEL TERRENO.....	4
3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS.....	5



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE DE ESTA SECCIÓN

A. El trabajo incluido en esta sección comprende limpiar, desbrozar y destapar las áreas de construcción indicadas en los planos o como se ordene, y preparar y emparejar el terreno en que se ejecutarán las obras.

B. Los edificios y las obras preexistentes que ocupan parte del terreno en que se ejecutarán las obras deberán ser demolidas, si lo requieren los Estudios Definitivos, como parte de las tareas de limpieza y preparación del terreno. Las tareas de demolición respetarán lo indicado en la: ET 10 Demoliciones.

C. En caso de presencia de pavimentos, veredas, sardineles, jardines y otros (empedrados, adoquinados, etc.), en las áreas de construcción, estos serán retirados respetando lo indicado en la: ET 13 Corte, rotura y reposición de pavimentos y obras auxiliares.

D. Las tierras aptas para el uso agrícola serán guardadas y reutilizadas por obras de parqueización y de compensación ambiental.

1.1.1 Referencias

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular los requerimientos para la ejecución de la limpieza y de la preparación del terreno, deben cumplir con el marco establecido por el manual siguiente, para carreteras, que contiene mayor detalle para este proyecto específico:

- Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - CAPITULO II - MOVIMIENTO DE TIERRAS -Sección 201 Desbroce y limpieza del terreno.

1.2 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

El Concesionario deberá presentar para su aprobación por el Supervisor de Obra, el proyecto de Ingeniería de Detalle de la limpieza y de la preparación del terreno. El proyecto de Ingeniería de Detalle de la limpieza y de la preparación del terreno deberá incluir los planos de las áreas interesadas para las tareas, con indicación de las cotas de la superficie del terreno iniciales y finales, el listado del equipo a utilizar, los procedimientos a aplicar por el Concesionario, la disposición prevista de los materiales obtenidos de los trabajos de limpieza y de la preparación del terreno, y la copia comprobante de todos los permisos requeridos para estas tareas.

El Concesionario deberá señalar los elementos en piedra como lajas, adoquines a reutilizar, si corresponde, y las medidas que se pondrán en marcha para su numeración, para el almacenamiento y las medidas para reposición al final de la obra.



Si corresponde, el Concesionario deberá señalar los árboles presentes, aquellos para ser eliminados, y aquellos para mantener, con la adición en este caso, de las medidas previstas para evitar que sean dañados durante los trabajos.

2 EJECUCIÓN DE OBRA

2.1 GENERALIDADES

Condiciones Existentes: Deberá notificarse al Supervisor de Obra cualquier condición existente que afecte el trabajo a realizar según esta sección. Esta notificación deberá presentarse por lo menos 15 días hábiles antes de comenzar los trabajos comprendidos en esta sección.

2.2 INSPECCIÓN Y LIMPIEZA DEL TERRENO ANTES DE INICIAR LAS OBRAS

A. Antes de iniciar las Obras en las áreas de terreno donde se ejecutarán las mismas, el Concesionario tiene la obligación de llevar a cabo una inspección pormenorizada de todas las propiedades, instalaciones y edificaciones que se encuentren en las inmediaciones de dichas áreas. Las inspecciones deberán llevarse a cabo con la presencia de un Notario Público Autorizado, el Supervisor de Obra y el personal que asigne el Concedente. Dicha inspección deberá documentar las condiciones existentes de los terrenos al momento de realizar las Obras para efectos de prever acciones ante cualquier reclamo o queja que se pudiese presentar en el futuro. Los informes de las inspecciones realizadas, deben contar con la certificación y firma del Notario, el Supervisor de Obra y el personal que asigne el Concedente. Además el Concesionario deberá investigar y analizar por medio de planos existentes y/o sondeos realizados en campo, las condiciones de los cimientos y fundaciones de las edificaciones que se encuentren en las inmediaciones al área. Es indispensable que las inspecciones pormenorizadas e investigaciones se realicen por parte del Concesionario antes de cualquier actividad en las áreas de terreno, debido a que el Concesionario es el único y absoluto responsable, de cualquier reclamo o queja que se presente como consecuencia de la ejecución de las Obras.

B. El Concesionario tendrá la responsabilidad de remover cualquier infraestructura o edificación, así como de limpiar y preparar el área de terreno para la construcción de las Obras, inclusive cuando las áreas de terrenos estén destinadas preliminarmente a la logística del Proyecto (plantas de dovelas, obradores, etc). El terreno deberá limpiarse hasta una profundidad de 0.30 m del nivel del terreno original, levantando cualquier material, estructura o desecho existente, removiendo plantas, malezas, árboles, raíces, basuras, escombros, humus, material pantanoso y vegetación que pudieran interferir con la ejecución de las Obras y nivelando el terreno en forma de dejar una superficie pareja y uniforme. No se requerirán trabajos de remoción de material orgánico separados en las áreas en las que el material a excavar no sea destinado a usos en rellenos permanentes. Los materiales se dispondrán en áreas aprobadas para ese fin colocándose en superficies bien niveladas y taludes estables para asegurar el drenaje.

C. El Concesionario deberá señalar si en la limpieza del terreno se encuentran desechos, basura, residuos peligrosos o no peligrosos y las medidas a adoptar para solucionar el problema. En tal sentido, el Concesionario está obligado a que en un plazo no menor de cinco (05) días hábiles antes de iniciar las Obras, a remover todos y cualesquiera desperdicios,



basura y materiales peligrosos encontrados en el área donde se construirán las Obras, así como a todos y cualesquiera obstáculos que pudiesen entorpecer el puntual inicio de las Obras en la fecha programada.

D. La superficie del terreno una vez limpia deberá facilitar el libre escurrimiento de las aguas pluviales y deberá estar de acuerdo a las cotas indicadas en los Planos de la Ingeniería de Detalle.

E. El Supervisor de Obra podrá ordenar la preservación de árboles y plantas existentes en el terreno cuando los mismos no afecten a la ejecución de los trabajos, debiendo el Concesionario adoptar todas las provisiones que correspondan para su correcta preservación.

F. El costo asociado a dicha remoción, limpieza y preparación de las áreas de terreno previos a la etapa de ejecución de las Obras, deberá estar incluido en el precio ofertado por el Concesionario.

G. El Concesionario se compromete y obliga a: i).- mantener limpias las áreas de terreno donde se ejecutarán las Obras, sin desperdicios, basura y materiales peligrosos relacionados con la ejecución de las Obras; ii).- emplear suficiente personal para la limpieza de sus instalaciones y las áreas de trabajo durante toda la etapa de ejecución de las Obras en concordancia con las normas y legislación vigente.

3 EQUIPO

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de limpieza y de preparación del terreno deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requerirá la aprobación previa del Supervisor de Obra, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación.

Los equipos que se empleen deben contar con adecuados sistemas de silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

El equipo debe cumplir con la normativa vigente y con lo que se estipula en la ET 15 Materiales y equipos.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 10 "Demoliciones", ET 13 "Corte, rotura y reposición de pavimentos y obras auxiliares".



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.12 – Drenaje



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	DOCUMENTACION A PRESENTAR	4
1.3.1	DRENAJE DURANTE EL PERÍODO DE LAS OBRAS	4
1.3.2	DRENAJE DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN	5
1.4	CONTROL Y OBSERVACIONES.....	5
2	PRODUCTOS	5
2.1	EQUIPO.....	5
3	EJECUCION DE OBRA	5
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	7



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

- A. El trabajo incluido en esta especificación comprende los requerimientos de la Ingeniería de Detalle y los trabajos necesarios para el sistema de drenaje que el Concesionario debe proveer para:
- remover el agua superficial y subterránea de los recintos de las excavaciones durante todo el período de las obras;
 - proporcionar el sistema de drenaje disponible permanentemente durante la operación de las obras.
- B. La eliminación del agua del recinto de las obras, durante todo el período que duren las mismas, incluye la obra de canalización que corresponda, la provisión de todo el equipo y mano de obra necesaria de conformidad con la documentación contractual. Los recintos de excavación incluyen zanjas, estaciones, pozos, y cualquier otra obra programada. Deberá eliminarse toda el agua superficial, estancada y sin drenaje natural, y también la circulante por las paredes y piso de las excavaciones, para permitir que las operaciones de excavación y construcción se realicen en condiciones de terreno seco y sin riesgo de subpresión o flotación de las obras.
- C. Toda agua encontrada durante la construcción de las zanjas, excavaciones, o túneles deberá ser removida por el Concesionario de tal forma que no se produzcan daños a personas o propiedades, condiciones desagradables, o condiciones propicias para el desarrollo de enfermedades que amenacen la salud pública. Esto incluirá, si fuera necesario, la modificación de los drenajes del predio para asegurar una salida eficiente y segura de las aguas que se acumulan en el lugar de los trabajos.
- D. Las operaciones de drenaje deberán ser adecuadas para asegurar la integridad de la obra terminada. La responsabilidad de conducir la operación de drenaje en una manera que asegure la estabilidad de las estructuras adyacentes será exclusivamente del Concesionario.
- E. En todas las etapas de ejecución del proyecto el Concesionario deberá respetar los requisitos de las Especificaciones Técnicas de Servicios Topográficos y Ambiental.
- F. El sistema de drenaje disponible permanentemente durante la operación de las obras deberá ser realizado de acuerdo con el proyecto de Ingeniería de Detalle de drenaje presentado por el Concesionario y aprobado por el Supervisor de Obra con las modalidades determinadas para la presente Especificación Técnica y la ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega".

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas y en el marco establecido por las



Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

En particular los requerimientos para la ejecución de la ingeniería de detalle y las obras de eliminación del agua en el recinto de las obras, y durante la operación de obras finalizadas, deben cumplir con el marco establecido por el manual siguiente, para carreteras, que contiene mayor detalle para este proyecto específico:

- Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) –CAPITULO V DRENAJE

Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje RD N°20- 2011-MTC/14(12.09.11)

1.3 DOCUMENTACION A PRESENTAR

1.3.1 DRENAJE DURANTE EL PERÍODO DE LAS OBRAS

- Antes del comienzo de las operaciones de excavación, el Concesionario deberá presentar un plan y programa detallado de trabajos, sobre la base de su propia organización de obra, con la descripción y cuantificación de las operaciones de drenaje y drenaje superficial del predio, comprendiendo el drenaje permanente durante las obras de los recintos de trabajo, incluyendo las excavaciones generales y las particularidades de cada estructura y sus comunicaciones, como también el sistema de protección contra inundaciones en caso de Tsunami, si corresponde. Este plan y programa de trabajo deberá presentarse por lo menos 30 días hábiles antes de comenzar la obra.
- El Concesionario deberá demostrar que el sistema propuesto es adecuado y suficiente, y que cuenta con el personal y equipo apropiados para las operaciones a realizar, incluyendo equipos en reserva para emergencias.
- Junto con el plan y programa detallado de trabajos de drenaje el Concesionario deberá presentar el proyecto de la Ingeniería de Detalle de drenaje para las aguas superficiales y subterráneas conteniendo:
- planos de detalle de drenaje con clara indicación de elementos, dispositivos, equipos y accesorios de drenaje, cálculos hidráulicos de detalle, comprobantes de la idoneidad del sistema de drenaje propuesto.
- Puntos de entrega en los desagües, y documentos comprobantes acerca de las autorizaciones de los organismos propietarios y / o explotadores.
- Especificaciones técnicas detalladas con características de los elementos a emplear, procedimiento ejecutivo y métodos de construcción detallados.
- Resultados de los ensayos de materiales y piezas prefabricadas o certificados de las empresas de producción de los elementos y/o de los materiales a emplear.



1.3.2 DRENAJE DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN

El Concesionario deberá presentar el proyecto de la Ingeniería de Detalle de drenaje durante la fase de operación para las aguas superficiales y subterráneas conteniendo:

- planos de detalle de drenaje con clara indicación de elementos, dispositivos, equipos y accesorios de drenaje, cálculos hidráulicos de detalle, comprobantes de la idoneidad del sistema de drenaje propuesto.
- Puntos de entrega en los desagües, y documentos comprobantes de las autorizaciones de los organismos propietarios y / o explotadores.
- Especificaciones técnicas detalladas con características de los elementos a emplear, procedimiento ejecutivo y métodos de construcción detallados.
- Resultados de los ensayos de materiales y piezas prefabricadas o certificados de las empresas de producción de los elementos y/o de los materiales a emplear.

1.4 CONTROL Y OBSERVACIONES

A. Se deberá mantener un control adecuado para asegurar: que la estabilidad de las excavaciones no se vea afectada adversamente por el agua subterránea, que la erosión es controlada, que las excavaciones no se inundan y que no haya deterioro de las estructuras existentes.

B. En las instalaciones inmediatamente adyacentes al terreno donde se realizarán operaciones de drenaje que provoquen depresión de la capa de agua subterránea se controlará la instrumentación de Auscultación prevista, haciendo observaciones a intervalos frecuentes para detectar cualquier asentamiento del suelo que pueda ocurrir.

2 PRODUCTOS

2.1 EQUIPO

A. El Concesionario deberá proveer, instalar, operar y mantener bombas, caños, dispositivos y equipos de suficiente capacidad para mantener el área excavada y las áreas de acceso libres de agua superficial y subterránea.

B. El sistema de drenaje incluye todo el equipamiento necesario para el drenaje tales como pozos, base granular y filtros cuando así se indique en los planos, bombas de sumidero, cañerías temporales para desagüe, y otros medios que incluyan equipo de bombeo y que deberá ser mantenido operando continuamente en la obra hasta la recepción definitiva.

3 EJECUCION DE OBRA

A. Será necesario realizar las canalizaciones que correspondan e instalar un sistema de drenaje disponible permanentemente, capaz de remover el agua superficial y subterránea de los recintos de las excavaciones durante todo el periodo de las obras, durante las 24



horas del día, los siete días de la semana, incluyendo días feriados, asegurando además las estructuras en construcción contra la inundación o flotación.

- B. En la zona de Puerto de Callao, para las áreas de trabajo por debajo de nivel de ola del Tsunami, el Concesionario deberá tomar las medidas de protección del recinto de trabajo para evitar inundaciones durante el período de las obras y durante las fases de operación.
- C. Los sistemas de drenaje se deberán poner en operación al comenzar las excavaciones y deberán ser mantenidos durante la construcción de las obras civiles hasta su terminación, cuando las instalaciones estén en condiciones de operar y el sistema de drenaje temporal ya no sea necesario. El Concesionario deberá obtener la aprobación del SUPERVISOR DE OBRA antes de suspender la operación de drenaje temporal.
- D. Los terrenos deberán ser acondicionado de manera que facilite el escurrimiento de agua en forma natural o asistida. El escurrimiento de agua superficial deberá ser desviado de las excavaciones. El agua de escurrimiento que entre en las excavaciones deberá ser colectada, drenada a sumideros y bombeada fuera de la excavación hacia el sistema general de drenaje.
- E. El drenaje se deberá realizar de manera que se preserve la capacidad de resistencia del suelo al nivel de excavación considerado.
- F. Los pozos de drenaje y cárcamos para las bombas deberán ser protegidos por filtros para evitar el arrastre de las fracciones finas de los suelos. Se deberá verificar continuamente que el suelo subsuperficial no está siendo removido por la operación de drenaje. El agua que se extraiga de los pozos de bombeo para el abatimiento de la capa freática será limpia, sin arrastre de material fino.
- G. El agua se deberá evacuar en una manera adecuada y sin causar ningún daño a las estructuras adyacentes. El agua no deberá ser drenada a estructuras existentes o a obras en construcción. Las aguas evacuadas no deberán afectar en ningún caso intereses de terceros.
- H. Al terminar la obra el agua subterránea deberá volver a su nivel original de acuerdo en lo indicado en la Ingeniería de Detalle y aprobado por el Supervisor de Obra.
- I. El drenaje en fase de operación debe ser desarrollado dentro del espacio disponible para la superestructura de la vía, con el fin de conducir el agua a los puntos de captura, tal como se definirá en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobados para la construcción de la obra bruta.

El drenaje en los tramos de la vía en túneles estará destinado a captar y transportar las aguas de lavados de las vías y las aguas de infiltración.

El drenaje en los tramos de la vía en la superficie estará destinado a captar y transportar las aguas pluviales y las aguas de lavados de las vías.

El drenaje en los patios talleres debe asegurar la eliminación de las aguas pluviales y, en las vías destinadas a lavar los trenes también se eliminarán las aguas de las máquinas de lavado de trenes.



Las cajas de captación e inspección deben ser protegidas con rejilla removible para prevenir la entrada de material extraño que pudiera causar la obstrucción del drenaje.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 5 Protección del medio ambiente ET 6 Higiene y seguridad del trabajo ET 17 Excavaciones y Rellenos a cielo abierto



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.13 – Corte, rotura y reposición de pavimentos y obras auxiliares



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE.....	3
1.2	REFERENCIAS.....	3
1.3	PRESENTACIONES.....	4
2	ESPECIFICACIONES PARA EL CORTE – ROTURA Y MOVIMIENTO DE TIERRAS EN PAVIMENTOS, VEREDAS Y SARDINELES	6
2.1	CORTE Y ROTURA DE PAVIMENTOS, VEREDAS Y SARDINELES.....	6
2.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	7
2.2.1	EXCAVACIÓN HASTA NIVEL DE SUBRASANTE.....	7
2.2.2	RELLENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE.....	7
2.2.3	PREPARACIÓN DE SUBRASANTE.....	8
2.2.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE.....	9
2.3	SUB BASES Y BASES DE PAVIMENTOS.....	9
2.3.1	CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES PARA SUB BASE O BASE.....	9
2.3.2	SUB BASE DE AFIRMADO O MATERIAL GRANULAR.....	10
2.3.3	BASE DE AFIRMADO O MATERIAL GRANULAR.....	10
2.4	IMPRIMACIÓN Y/O RIEGO ASFÁLTICO.....	13
2.5	RIEGO DE LIGA ASFÁLTICA.....	16
3	REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS, VEREDAS, SARDINELES Y JARDINES	18
3.1	REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS MAS USUALES.....	18
3.1.1	Pavimento Rígido.....	18
3.1.2	Pavimento Flexible.....	23
3.2	REPOSICIÓN DE VEREDAS.....	27
3.2.1	Veredas rígidas.....	27
3.2.2	Veredas especiales.....	28
3.3	REPOSICIÓN DE SARDINELES.....	28
3.4	REPOSICIÓN DE JARDINES.....	28
4	PRUEBAS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS Y CALIDAD DEL CONCRETO	29
4.1	PRUEBAS DE COMPACTACIÓN.....	29
4.2	PRUEBAS DE CALIDAD DEL CONCRETO.....	29
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	30



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para la ejecución de la Ingeniería de Detalle y para la ejecución de todas las actividades, las provisiones y las instalaciones que permitirán el corte y la rotura, el retiro y la eliminación del material excedente de los diferentes tipos de pavimentos, veredas, sardineles, jardines y otros (empedrados, adoquinados, etc.), así como la reposición de los mismos, dentro del trazo de las obras necesarias para la construcción de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

Esta Especificación Técnica deberá ser verificada e integrada por el Concesionario en la luz de:

- Solicitudes específicas de la Municipalidad competente en la zona de intervención.
- Solicitudes específicas de los Concesionarios o Propietarios de las instalaciones que interfieran de cualquier manera con la ejecución de las obras.
- Decisiones constructivas contenidas en el Expediente Técnico presentado por el Concesionario, ampliadas y detalladas en su Estudios Definitivos.
- Planos e Informes de Ingeniería de Detalle aprobados para construcción.

El resultado de la verificación, en términos de adición se informará en las Especificaciones Técnicas de detalle presentadas por el Concesionario junto con los Planos y los Informes de Ingeniería de Detalle al Supervisor de Obra para su aprobación.

El Concesionario está en la obligación de consultar, revisar, coordinar y aplicar todos los aspectos relacionados a Procedimientos, Normas, Cartillas, Reglamentos, Especificaciones Técnicas y cualquier otra disposición referente a los procesos constructivos de pavimentos, veredas, sardineles y jardines así como del tránsito y medidas de seguridad aplicables en las obras que ejecuta.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el manual siguiente, para carreteras, que contiene mayor detalle para este proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - CAPITULO IV PAVIMENTOS



Manual de Carreteras "Suelos Geología Geotecnia y pavimentos "Sección Suelos Y Pavimentos " (EG-2013) RD N° 05-2013-MTC/14 (18.02.2013) -

Para los Ensayos se tendrá en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y obviamente el vigente Manual aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

Para el diseño se tendrá en cuenta el Reglamento Nacional de Construcciones y en particular la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

La presente Especificación Técnica tipifica y amplía las exigencias de las especificaciones comprendidas en:

- Norma Técnica Nacional Obligatoria ITINTEC 339.116 "Rehabilitación de Pavimentos Urbanos" de Octubre-1983
- Reglamento para la Ejecución de Obras en las Áreas de Dominio Público según Ordenanza N°203 del 21/12/1998
- Reglamentación de Interferencia de vías públicas que impliquen la alteración de tránsito de vehículos en la provincia de Lima según Ordenanza N°059 del 30/03/1994
- Manual de Dispositivos de Control de Tránsito automotor para Calles y Carreteras según Resolución Ministerial N°210-MTC/15.02,

1.3 PRESENTACIONES

El Concesionario ejecutará las obras disponiendo adecuadamente los materiales y equipos a emplear, de manera que permitan la libre circulación y el tránsito dentro de aceptables condiciones de seguridad.

El Concesionario deberá incluir en la Ingeniería de Detalle para los trabajos objeto de la presente especificación, el estudio de los aspectos siguientes:

- Análisis sobre intensidad del tráfico.
- Recomendaciones a observar durante la ejecución de las obras.

Impacto vial por cada distrito involucrado, considerando las características del tráfico de la zona así como las exigencias de los Municipios. Por el tema del impacto del tráfico consultar también la ET 5 Protección del medio ambiente (*Aspectos Relativos a la Restricción de Tránsito: En vía preventiva el concesionario debe presentar un programa temporal detallado de construcción y una modelación de los efectos de ese programa en el tráfico de la ciudad de Lima. Los efectos del programa sobre el tráfico de Lima y Callao deberán ser simulados a través de un programa de simulación de tráfico. La modelación debe ser efectuada sobre la base de datos de tráfico de la ciudad de Lima incluidos en los estudios preliminares; además serán efectuadas las medidas de tráfico local para actualizar el modelo de tráfico. La modelación debe ser efectuada con un programa de análisis de tráfico de adecuada calidad como por ejemplo: VISSUM, TRANUS, AIMSUM, CUBE y otros de similar naturaleza. Después de la construcción y validación del modelo de tráfico se simulará el efecto de las restricciones del*



tráfico conectadas a la ejecución de los trabajos según el cronograma planeado. El concesionario debe minimizar los efectos de las restricciones de tránsito en la viabilidad por efecto de los trabajos – además con modificaciones del programa de trabajo - y tendrá que proponer adecuadas medidas de mitigación de los efectos a través de soluciones viales, de desviación del tráfico, de modificaciones temporales de las vías, de la introducción de señalizaciones diferentes. El concesionario deberá efectuar un adecuado análisis de riesgo para evaluar los efectos de un retraso o de un imprevisto u otro evento no considerado que puede verificarse a lo largo de la ejecución de la obra y además proporcionar las soluciones o las medidas de mitigación. Para las tareas que ocasionan una interrupción o una limitación del tránsito se deberá entregar un diseño de las modificaciones de la viabilidad alrededor del lugar de trabajo y de las consiguientes medidas de mitigación. Las soluciones y las medidas de mitigación y vía preliminar deberán ser concordadas con la Gerencia de Transporte Urbano de la Ciudad de Lima o del Callao, según corresponda, a través de la Supervisión de la Obra.)

- Disposiciones que debe cumplir el Concesionario antes de dar inicio a los trabajos, durante la ejecución y luego de culminados éstos.
- Disposiciones sobre trabajos simultáneos.
- Restricciones del horario en trabajos específicos.
- Disposiciones específicas.
- Planos de Tráfico.
- Planos e informes de Detalle con todos los detalles de la ejecución de las obras, incluidos los planos de replanteo del Proyecto.

Además de la presentación de la Ingeniería de Detalle al Concedente para su aprobación, los planos de replanteo del Proyecto, con indicaciones en cuanto al trazo, zonas por afectar, ubicación de estructuras y otros, deben ser presentadas, previa coordinación con la Supervisor de Obra, a la Dirección de Desarrollo Urbano de cada Municipio, previamente al inicio de las obras. De mismo el Concesionario, está en la obligación de comunicar por escrito a los Municipios los lugares en donde se desarrollarán los trabajos y la fecha probable de inicio.

Respecto a las estructuras existentes (redes, conexiones, cables, canalizaciones, y otros), el Concesionario presentará las ubicaciones en los planos de la Ingeniería de Detalle, habida cuenta de que los Planos y croquis mostrados del proyecto son referenciales, debiendo el Concesionario verificar en situ y actualizar dicha información en coordinación con las Empresas prestadoras de Servicios. Una vez ubicada con exactitud las mencionadas estructuras, el Concesionario es responsable, durante el transcurso de la obra, por los daños que se ocasionen a las mismas, siendo responsable también por su conservación.

En el caso sea necesaria la modificación de estructuras existentes, estas se realizarán conforme a las especificaciones técnicas de este Pliego.

El Concesionario es responsable de coordinar y presentar todos los documentos a los Municipios, a las Empresas prestadoras de Servicios, y al Supervisor de Obra con la antelación suficiente para permitir la revisión y aprobación en los plazos compatibles con el programa de la obra.



Abreviaturas de Órganos Normativos relacionados a las Especificaciones Técnicas para Pavimentos

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.
ACI	American Concrete Institute o Instituto Americano del Concreto.
AI	The Asphalt Institute o Instituto del Asfalto.
ASTM	American Society for Testing and Materials ó Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.
INC	Instituto Nacional de Cultura del Perú.
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura del Perú.
ISSA	International Slurry Surfacing Association o Asociación Internacional de Superficies con lechadas asfálticas.
MTC	Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción del Perú.
PCA	Portland Cement Association o Asociación del Cemento Portland
SI	Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Modernizado)
SLUMP	Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (el SI en el Perú).

2 ESPECIFICACIONES PARA EL CORTE – ROTURA Y MOVIMIENTO DE TIERRAS EN PAVIMENTOS, VEREDAS Y SARDINELES

2.1 CORTE Y ROTURA DE PAVIMENTOS, VEREDAS Y SARDINELES

El corte del pavimento y vereda se efectuará con sierra diamantina o equipo especial, que obtenga resultados similares de corte hasta una profundidad adecuada, con la finalidad de proceder posteriormente a romper dicho perímetro en pequeños trozos con martillos neumáticos o taladros. No se permitirá efectuarlo con elementos de percusión. Para el corte de las veredas deberá considerarse paños completos siguiendo las líneas de las bruñas.

Se cuidará que los bordes aserrados del pavimento existente, presenten caras rectas y normales a la superficie de la base.

La rotura del pavimento, deberá realizarse teniendo especial cuidado en adoptar formas geométricas regulares, con ángulos rectos y evitando formar ángulos agudos. Los bordes deben ser perpendiculares a la superficie. La parte resultante del pavimento debajo del aserrado debe quedar irregular y áspero pero siempre en un plano vertical, de manera que se pueda obtener la adherencia entre el material de reparación y el pavimento existente.

El desmonte y los cascotes provenientes de la rotura de los pavimentos, veredas y/o sardineles, deberán ser retirados de la zona de trabajo por seguridad y limpieza de la misma, debiendo efectuarlos antes de continuar con las reposiciones.



2.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.2.1 EXCAVACIÓN HASTA NIVEL DE SUBRASANTE

Consiste en el corte y extracción en todo el ancho que corresponde a las explanaciones proyectadas. Incluirá el volumen de elementos sueltos o dispersos, que hubiera o que fuera necesario recoger dentro de los límites de la vía.

Previamente, el área del terreno deberá ser sometido al trabajo de limpieza, de acuerdo con la ET 11 Limpieza y preparación del terreno de este Pliego.

El corte se efectuará hasta una cota ligeramente mayor que el nivel de subrasante, de tal manera que al preparar y compactar esta capa, se llegue hasta el nivel de subrasante.

Se tendrá especial cuidado en no dañar ni obstruir el funcionamiento de ninguna de las instalaciones de servicios públicos, tales como redes de agua potable y alcantarillado, cables, canales, etc.; en caso de producirse daños, el Concesionario deberá realizar las reparaciones por su cuenta y de acuerdo con las Entidades propietarias o administradoras de los servicios en referencia. Los trabajos de reparación que sean necesarios efectuar, se realizarán en el más breve lapso posible.

2.2.2 RELLENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE

Consiste en la colocación de los materiales de acuerdo con el proyecto de la Ingeniería de Detalle aprobado, para formar terraplenes o rellenos; su estabilidad y consistencia, ubicación y dimensionamiento en planta, perfil longitudinal y transversal estarán detallados en los planos aprobados para Construcción.

El material para formar el relleno deberá ser de un tipo adecuado aprobado por la Supervisión de Obra y no deberá contener escombros, ni resto vegetal alguno y estar exento de material orgánico. El material de relleno se colocará en capas horizontales sucesivas de 15 cm de espesor, abarcando todo el ancho del camino compactado.

Esta compactación por capas sucesivas de 15 cm, si no está especificado de otra manera en los planos o disposiciones especiales del Proyecto, será hecha hasta obtener una densidad no menor al 95% del ensayo Proctor modificado, según la designación AASHTO- T-180 ó ASTM D 698, la compactación se realizará utilizando el equipo mecánico aprobado por la Supervisión de Obra.

El Concesionario construirá todos los terraplenes de tal manera, que después de haberse producido la contracción y el asentamiento y cuando deba efectuarse la aceptación de los trabajos, dichos terraplenes tengan en todo punto la cota, el ancho y la sección requerida. El Concesionario será responsable de la estabilidad de todos los terraplenes por el construidos, hasta la aceptación final de la obra; y correrá por su cuenta todo gasto proveniente de los trabajos de reconstrucción de aquellos tramos fallados como consecuencia de la falta de cuidado o de trabajo negligente de su parte, o de datos resultantes por causas naturales, como son lluvias normales.



2.2.3 PREPARACIÓN DE SUBRASANTE

Se denomina subrasante al nivel terminado de la estructura vial ubicado debajo de la capa de base o de la sub base si la hubiera y se logrará conformando el terreno natural, mediante los cortes o rellenos que están considerados bajo estas sub-partidas.

Se denominará capa de subrasante a la de 30 cm. de espesor, que queda debajo del nivel de subrasante y que está constituida por el suelo natural resultante del corte, o por suelos transportados en el caso de rellenos. Tendrá el ancho completo de vía y estará libre de raíces, hierbas, desmote o material suelto ostensiblemente de inferior calidad al del suelo natural. Esta capa debidamente preparada formará la capa de apoyo de la estructura del pavimento.

Una vez concluidas las obras de movimiento de tierras y se haya comprobado que no existen dificultades con las redes y conexiones domiciliarias de energía, agua y desagüe, se procederá a la escarificación mediante moto niveladora (o a rastras en las zonas de difícil acceso), en una profundidad de 15 cm., debiéndose eliminar las partículas de tamaño mayor de 7.5 cm.

Luego de la escarificación se procederá al riego y batido de la capa de 15 cm. de espesor, con el empleo repetido y alternativo de camiones cisterna, provistos de dispositivos que garanticen un riego uniforme.

La operación será continua, hasta lograr un material homogéneo de humedad uniforme lo más cercana a la óptima, definida por el ensayo de compactación Próctor modificado, que se obtenga en laboratorio de una muestra representativa del suelo de la capa subrasante.

Luego se procederá a la explanación de este material homogéneo, hasta conformar una superficie que, de acuerdo a los perfiles y geometría del proyecto una vez compactada, alcance el nivel de la subrasante. La compactación se efectuará con rodillos, cuyas características de peso y eficiencia serán comprobadas por la Supervisión de Obra.

En general, para suelos cohesivos se utilizarán, siempre y cuando el ancho de zanja lo permita, rodillos pata de cabra de cilindros lisos y neumáticos con ruedas oscilantes. Para suelos granulares no cohesivos, se utilizarán rodillos de cilindros lisos y vibratorios.

La compactación se empezará de los bordes hacia el centro, y se efectuará hasta alcanzar el 95% ó más de la máxima densidad seca del ensayo Próctor modificado (ASTM D 698 ó AASHTO T-180, método D) en suelos friccionantes y 95 % en suelos cohesivos (AASHTO T-99), y en suelos granulares hasta alcanzar el 100% de la máxima densidad seca del mismo ensayo. En suelos cohesivos no expansivos, se debe compactar con una humedad menor al 1 o 2 % de la óptima que se determine en laboratorio.

Para el caso de áreas de difícil acceso, se compactará con plancha vibratoria hasta alcanzar los niveles de densificación arriba indicados.

Para verificar la calidad del suelo se utilizará los siguientes sistemas de control:

- a) Granulometría (AASHTO T88, ASTM D-422, NTP 339.128)
- b) Límites de consistencia (AASHTO T89.T90; ASTM-D-423-D-424)
- c) Clasificación HRB (AASHTO)
- d) Próctor modificado (AASHTO T 180, ASTM D-1557, NTP 339.141).



La frecuencia de estos ensayos, será determinada por la Supervisión de Obra y en todo caso es obligatoria cuando exista un evidente cambio en el tipo de suelo de la capa subrasante.

Para verificar la compactación, se utilizará la Norma de densidad de campo (ASTM 1556, NTP 339.143). La frecuencia de este ensayo será cada 240 m², en puntos dispuestos en tresbolillo.

2.2.4 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

Está destinada a eliminar los materiales sobrantes de las diferentes etapas constructivas, complementando los movimientos de tierras descritos en forma específica.

Se prestará particular atención al hecho de que, tratándose que los trabajos se realizan en zona urbana, no deberá apilarse los excedentes en forma tal que ocasionen innecesarias interrupciones al tránsito peatonal y vehicular, así como molestias con el polvo que generen las tareas de apilamiento, *carguo* y *transporte que forman parte de la subpartida*.

La Eliminación de desmonte, escombros y materiales no aptos para el relleno, deberá efectuarse simultáneamente con la Excavación o Rotura de Pavimentos. Esta acción conjunta tiene por finalidad mantener limpia la zona de trabajo y evacuarlas para su disposición final en un relleno autorizado por la Supervisión de Obra, elegido de acuerdo con las disposiciones y necesidades Municipales.

2.3 SUB BASES Y BASES DE PAVIMENTOS

2.3.1 CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES PARA SUB BASE O BASE

Esta especificación presenta las disposiciones que son generales a los trabajos sobre afirmados, sub bases granulares o bases granulares y estabilizadas:

Para la construcción de afirmados y sub bases granulares, los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras clasificadas y aprobadas por el Supervisor o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Los materiales para base granular solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica.

En ambos casos, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y *sin materia orgánica*, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales y los requisitos granulométricos se presentan en la especificación respectiva.

Para el traslado del material para conformar sub bases y bases al lugar de obra, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado, a fin de evitar que afecte a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

Los trabajos de sub bases y bases consisten en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado o material granular sobre la subrasante terminada (o sub base si existiera), de acuerdo con la presente especificación.



El material para sub bases y bases se colocará en capas de 10 cm a menos que la capa sea de menor espesor, procediéndose a la compactación utilizando planchas vibratorias, rodillos vibratorios o algún equipo que permita alcanzar la densidad especificada.

El porcentaje de compactación no será menor al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado (AASHTO T180)

2.3.2 SUB BASE DE AFIRMADO O MATERIAL GRANULAR

Se denomina sub base a la capa intermedia de la estructura de un pavimento ubicado entre la subrasante y la capa de base, sus funciones son económicas y estructurales, con las siguientes características:

- Distribuir las cargas solicitantes, de manera que sobre la subrasante actúan presiones compatibles con la calidad de ésta.
- Absorber las deformaciones en la subrasante, debido a cambios volumétricos.
- Servir de dren para evacuar el agua que se infiltra desde arriba o impedir la ascensión capilar hacia la base.

Los materiales que se usarán como sub base serán de afirmado o suelos granulares del tipo A-1-a o A-1-b del sistema de clasificación AASHTO o clasificación en el Tamiz ITINTEC 339.116 debiendo cumplir con los requisitos de granulometrías exigidas al igual que la considerada para Bases.

2.3.3 BASE DE AFIRMADO O MATERIAL GRANULAR

El afirmado se presenta como capa de material selecto, procesado o semiprocesado de acuerdo al diseño, que se coloca sobre la subrasante o sub base. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tráfico en vías no pavimentadas.

En vías pavimentadas el afirmado o material granular se coloca como Base y corresponde a la capa intermedia de la estructura del pavimento ubicada entre la subrasante (o sub-base si existiera) y la carpeta de rodamiento.

El afirmado se presenta en capas compactadas de diferente espesor:

Base	e	=	5	cm.
Base	e	=	10	cm.
Base	e	=	15	cm.
Base	e	=	20	cm.
Base	e	=	22.5	cm.
Base	e	=	25	cm.
Base	e	=	27.5	cm.
Base	e	=	30	cm.

La Base es un elemento básicamente estructural que cumple las siguientes funciones:

- Ser resistente y distribuir adecuadamente las presiones solicitantes.



- Absorber las deformaciones de la subrasante debido a cambios volumétricos.
- Servir de dren para evacuar el agua que se infiltra desde arriba (capa de rodadura) o impedir la ascensión capilar proveniente del subsuelo hacia la base.

Los materiales que se usarán como base serán selectos, provistos de suficiente cantidad de vacíos para garantizar su resistencia, estabilidad y capacidad de drenaje.

Los agregados para la construcción del afirmado deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	A-1	A-2
50 mm (2")	100	---
37.5 mm (1½")	100	---
25 mm (1")	90 - 100	100
19 mm (¾")	65 - 100	80 - 100
9.5 mm (3/8")	45 - 80	65 - 100
4.75 mm (N° 4)	30 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	22 - 52	33 - 67
4.25 um (N° 40)	15 - 35	20 - 45
75 um (N° 200)	5 - 20	5 - 20

Fuente: AASHTO M - 147

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4 - 9 (MTC E 111)
- CBR (1) : 40% mín. (MTC E 132)
- Equivalente de Arena : 20% mín (MTC E 114)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm)

Las Bases de material granular serán suelos granulares del tipo A-1-a o A-1-b, del sistema de clasificación AASHTO, es decir gravas o gravas arenosas compuestas por partículas duras y durables y de aristas vivas.

Podrán provenir de depósitos naturales, del chancado de rocas o de una combinación de agregado zarandeado y chancado con un tamaño de preferencia máximo de 38,10 mm (1 1/2"). El material para la capa base estará libre de material vegetal y terrones de tierra. Debe



contener una cantidad de finos que garantice su trabajabilidad y de estabilidad a la superficie antes de colocar el riego de imprimación o la capa de rodamiento.

Para Bases el material retenido en el Tamiz ITINTEC 4,75 mm (N° 4), tendrá como mínimo 50% de material con una cara de fractura o ser de forma angulosa.

Requisitos de granulometría para el material granular seleccionado para bases y sub bases:

TAMIZ ITINTEC (abertura cuadrada) AASHTO T-11 y T-27	Porcentaje en peso que pasa			
	A (1) Graduación	B Graduación	C Graduación	D Graduación
50 mm (2")	100	100	--	--
25 mm (1")	--	75 - 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4,75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2,00 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 mm (N° 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
750 mm (N° 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Fuente ITINTEC 339.116 (equivalente a ASTM D 1241)

En caso que se mezclen dos o más materiales para lograr la Granulometría requerida, los porcentajes serán referidos en volumen.

Otras condiciones físicas y mecánicas por satisfacer serán:

- C.B.R. mínimo 80 % en base, 30 % en sub base
- Límite Líquido menor de 25 % en base y máximo 25 % en sub base
- Índice de plasticidad menor de 5% en base y máximo 6% en sub base
- Equivalencia de arena mínimo 50 % en base y 25 % en sub base
- Desgaste de abrasión menor de 50% en base



El material de base será colocado y extendido sobre la subrasante aprobada (o capa de sub-base si la hubiera), en volumen apropiado para que una vez compactado alcance el espesor indicado en los planos.

El extendido se efectuará con motoniveladora o a mano en sitios de difícil acceso.

En caso de necesitarse combinar dos o más materiales, se procederá primero a un mezclado de ellos en cantidades debidamente proporcionales. Una vez que el material ha sido extendido, se procederá a su riego utilizando, repetidamente y en ese orden, camiones cisternas provistos de dispositivos que garanticen un riego uniforme, y moto niveladoras. La operación será continua, hasta lograr una mezcla homogénea de humedad lo más cercana posible a la óptima, definida por el ensayo de compactación Próctor modificado obtenido en laboratorio de una muestra representativa del material de base.

Inmediatamente se procederá al extendido y explanación del material homogéneo, hasta conformar la superficie, que una vez compactada, alcance el espesor y geometría de los perfiles del proyecto.

La compactación se efectuará con rodillos, cuyas características de peso y eficiencia serán comprobados por la Supervisión de Obra. De preferencia se usarán rodillos vibratorios o lisos y se terminará con rodillos neumáticos de ruedas oscilantes. La compactación se empezará de los bordes hacia el centro de la vía con pasadas paralelas a su eje, en número suficiente para asegurar la densidad de campo de control. Para el caso de áreas de difícil acceso al rodillo, la compactación se efectuará con plancha vibratoria hasta alcanzar los niveles de densificación requeridos.

Para verificar la calidad del material, se utilizará las siguientes Normas de control:

- a) Granulometría (AASHTO T88, ASTM D-422, NTP 339.128)
- b) Límites de consistencia (AASHTO T89/90, ASTM D-1423/24)
- c) Clasificación por el sistema AASHTO
- d) Ensayo C.B.R. (ASTM 1883, NTP 339.145)
- e) Proctor modificado (AASHTO T80, método D)

La frecuencia de estos ensayos, será determinada por la Supervisión de Obra y serán obligatorios cuando se evidencie un cambio en el tipo de suelos del material base.

Para verificar la compactación de la Base se utilizará la Norma de densidad de campo (ASTM D1556). Este ensayo se realizará cada 200 m² de superficie compactada, en puntos dispuestos en trespelillo.

En el caso de instalación de tuberías las exigencias serán de mínimo una prueba por cada 50 m de zanja.

2.4 IMPRIMACIÓN Y/O RIEGO ASFÁLTICO

Bajo este ítem, el Concesionario debe suministrar y aplicar material bituminoso a una base o capa del camino, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos. Consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de una Base, a fin de prepararla para recibir una capa de pavimento asfáltico.



La calidad y cantidad de asfalto será la necesaria para cumplir los siguientes fines:

- a) Impermeabilizar la superficie de la base.
- b) Recubrir y unir las partículas sueltas de la superficie.
- c) Mantener la compactación de la base.
- d) Propiciar la adherencia entre la superficie de la base y la nueva capa a construirse.

El material bituminoso a aplicar en este trabajo será el siguiente:

- (a) Emulsiones Asfálticas de curado rápido (CRS-1, CRS-2) diluido con agua, de acuerdo a la textura de la Base.
- (b) Asfaltos líquidos, de grados MC-30, MC-70 ó MC-250

Los asfaltos líquidos de curado medio (MC) en los grados 30 ó 70 corresponden a la Designación AASHTO M-8275; el asfalto líquido de curado rápido RC-250 será diluido con kerosene industrial en proporción del 10 al 20 % en peso.

El riego de imprimación se efectuará cuando la superficie de la base esté preparada, es decir, cuando esté libre de partículas o de suelo suelto. Para la limpieza de la superficie se empleará una barredora mecánica o soplador según sea necesario.

Cuando se trate de un material poroso, la superficie deberá estar seca o ligeramente húmeda. La humedad de estos materiales se logrará por el rociado de agua en la superficie, en cantidad adecuada para este fin.

El tipo de material a utilizar deberá ser establecido en el Proyecto o según lo indique el Supervisor. El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características.

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra este por encima de los 10°C y la superficie del camino esté razonablemente seca y las condiciones climáticas, en la opinión de la Supervisión de Obra, se vean favorables (no lluviosos, ni muy nublado).

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y carros tanques irrigadores de agua y asfalto.

El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos que el Supervisor autorice.

El carro tanque imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), o pies por segundo (pie/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.



El carro tanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carro tanque con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme. Por ningún motivo se permitirá el empleo de regaderas u otros dispositivos de aplicación manual por gravedad.

Durante la ejecución el Concesionario debe tomar las precauciones necesarias para evitar incendios, siendo el responsable por cualquier accidente que pudiera ocurrir.

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente. El Concesionario dispondrá de cartones o papel grueso que acomodará en la Base antes de imprimir, para evitar la superposición de riegos, sobre una área ya imprimada, al accionar la llave de riego debiendo existir un empalme exacto. El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificada por el Supervisor. En general, el régimen debe estar entre 0.8 a 1,6 lts/m², dependiendo de cómo se halle la textura superficial de la base.

La temperatura del material bituminoso en el momento de aplicación, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la siguiente tabla:

Rangos de Temperatura de Aplicación (°C)

Tipo y Grado del Asfalto		Rangos de Temperatura	
		En Esparcido o Riego	En Mezclas Asfálticas (1)
Asfaltos	Diluidos:		
MC-30		30-(2)	-
RC-70 o MC-70		50-(2)	-
RC-250 o MC-250		75-(2)	60-80(3)
RC-800 o MC-800		95-(2)	75-100(3)
Emulsiones	Asfálticas		
CRS-1		50-85	-
CRS-2		60-85	-
CMS-2		40-70	50-60
CMS-2h; CSS-1; CSS-1h		20-70	20-70
Cemento	Asfáltico		
Todos los grados		140 máx (4)	140 máx (4)

(1) Temperatura de mezcla inmediatamente después de preparada.

(2) Máxima temperatura en la que no ocurre vapores o espuma.

(3) Temperatura en la que puede ocurrir inflamación. Se deben tomar precauciones para prevenir fuego o explosiones.

(4) Se podrá elevar esta temperatura de acuerdo a las cartas temperatura-viscosidad del fabricante.



El material bituminoso deberá ser enteramente absorbido por la superficie de la base. Si al término de 24 horas esto no ocurriese, la Supervisión de Obra podrá disponer un tiempo mayor de curado.

Cualquier exceso de asfalto al término del tiempo del curado, deberá secarse esparciendo sobre la superficie arena limpia, exenta de vegetales y otras materias indeseables, cuya gradación corresponda a los requisitos del agregado tamaño N° 10 Norma AASHTO M-43054 [ASTM D-448-54]. La superficie así imprimida, curada y secada, debe permanecer en esta condición hasta que se le aplique la capa de rodamiento.

Para verificar la calidad del material bituminoso, deberá ser examinado en el laboratorio y evaluado, teniendo en cuenta las Especificaciones recomendadas por el Instituto de Asfalto.

En caso que el asfalto líquido preparado fuera provisto por una planta especial, se deberá contar con un certificado de laboratorio que confirme las características del material.

En el procedimiento constructivo se observará, entre otros, los siguientes cuidados que serán materia de verificación:

- a) La temperatura de aplicación estará de acuerdo con lo especificado según el tipo de asfalto líquido.
- b) La cantidad de material esparcido por una unidad de área, será determinada con la Supervisión de Obra de acuerdo al tipo de superficie, y será controlada, colocando en la franja de riego algunos recipientes de peso y áreas conocidos.
- c) La uniformidad de la operación se logrará controlando la velocidad del distribuidor, la altura de la barra de riego y el ángulo de las boquillas con el eje de la barra de riego.

La frecuencia de estos controles, verificaciones o mediciones por la Supervisión de Obra, se efectuará de manera especial al inicio de las jornadas de trabajo de imprimación.

2.5 RIEGO DE LIGA ASFÁLTICA

Se refiere a la aplicación de material asfáltico sobre una superficie bituminosa o una de concreto de Cemento Portland, previa a la extensión de otra capa bituminosa. El riego de liga debe ser muy delgado y debe cubrir uniformemente el área a ser pavimentada.

Los materiales asfálticos que se pueden utilizar para la aplicación del Riego de Liga son:

- Cemento Asfáltico 40/50; 60/70; 85/100 o 120/150 .
- Emulsión Cationica de rotura rápida CRS-1 o CRS-2.

El tipo de material asfáltico debe ser seleccionado e indicado en los planos del Proyecto y debe satisfacer los requisitos enunciados en las Tablas de la Especificaciones Técnicas Generales EG-2000 del MTC.

De acuerdo al tipo de material asfáltico seleccionado, se debe determinar la cantidad de litros de material asfáltico que se debe aplicar por metro cuadrado de base, a menos que esa información estuviese indicada en los planos. El cuadro siguiente debe servir como guía para hacer dicha determinación:

Cantidad de Aplicación de Material Asfáltico para Riego de Liga



Material Asfáltico	Tipo	Cantidad (l/m ²)
Cemento Asfáltico	40/50; 60/70, 80/100 o 120/150	0,1 – 0,4
Emulsión diluida con agua en partes iguales	CRS-1 o CRS-2	0,2 – 0,7

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y carro tanques irrigadores de agua y asfalto.

El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos que el Supervisor autorice.

El carro tanque imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso. Deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión y termómetro para el ligante.

Para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carro tanque con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme.

Adicionalmente podrá utilizarse cocinas asfálticas portátiles con elementos de irrigación a presión o una extensión del tanque imprimador con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme.

No se permitirá el uso de regaderas manuales, recipientes perforados u otros implementos que no garanticen una aplicación homogénea del riego de liga sobre la superficie.

Requerimientos constructivos:

Preparación de la Superficie

La superficie deberá ser limpiada de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial para el trabajo, empleando barredoras o sopladoras mecánicas en sitios accesibles a ellas y escobas manuales donde aquellas no puedan acceder.

Aplicación del Material Bituminoso

El control de la cantidad de material asfáltico aplicado en el Riego de Liga se debe hacer comprobando la adherencia al tacto de la cubierta recién regada. La variación, permitida en la proporción (L/m²) seleccionada, no debe exceder en 10%, por exceso o por defecto, a dicha proporción.

Durante la aplicación del Riego de Liga, el Concesionario debe tomar todas las precauciones necesarias para evitar cualquier contacto de llamas o chispas con los materiales asfálticos y con gases que se desprenden de los mismos. El Concesionario es responsable por los accidentes que puedan ocurrir por la omisión de tales precauciones.

No se requerirá riego de liga en el caso de mezclas asfálticas colocadas como máximo dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) de la colocación de la primera capa asfáltica y no haya habido tránsito vehicular, ni contaminación de la superficie.



No se permitirán riegos de liga cuando haya lluvia o apariencia que pueda ocurrir.

La secuencia de los trabajos de pavimentación asfáltica se debe planear de manera que a las áreas que sean cubiertas con el Riego de Liga se les aplique el mismo día la capa asfáltica subsiguiente.

El Concesionario debe tomar las precauciones necesarias para evitar que con el riego del material asfáltico se manchen sumideros, cunetas, barandas, etc. Igualmente debe proteger la vegetación adyacente a la zona para evitar que sea salpicada o dañada. El Concesionario está obligado a limpiar y a reparar todo lo que resulte afectado por el Riego de Liga sin recibir compensación alguna por tales trabajos.

3 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS, VEREDAS, SARDINELES Y JARDINES

3.1 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS MÁS USUALES

De acuerdo al tipo de pavimento a reponer, los espesores, tanto de la base de afirmado o material granular, como de la capa de rodadura, serán los mismos que los encontrados en la rotura, y no inferior a los indicados de referencia en esta ET, siempre y cuando estos sean aprobados por el distrito de Lima y Callao interesado.

De referencia el Concesionario tomará los mínimos establecidos en la tabla siguiente:

TIPO DE PAVIMENTO	ESPESORES MINIMOS (m)	
	BASE DE AFIRMADO	CAPA DE RODADURA SELECCIONADO
Pavimento Rígido (concreto)	0.20	0.15
Pavimento Flexible (asfalto)	0.20	0.055 (2")
Pavimento Mixto (concreto más asfalto)	0.20	0.15 + 0.055

Es usual en algunos distritos de Lima y Callao emplear pavimentos con capas de rodadura superiores a las indicadas como:

Pavimento Rígido (concreto) con capa de rodadura de 0.20m

Pavimento Flexible (asfalto) con capas de rodadura de 0.0855m (3") y 0.110m (4")

3.1.1 Pavimento Rígido

3.1.1.1 Generalidades:

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación, consolidación y acabado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura de un pavimento, con o sin refuerzo; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción y/o reconstrucción del pavimento, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto y con estas especificaciones.



La reposición del pavimento rígido se efectuará con concreto premezclado $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mínimo para pavimentos de tránsito ligero y $f'_c = 245 \text{ kg/cm}^2$ para tránsito pesado, utilizando cemento gris y, de requerirse, acelerante de fragua, en cuyo caso el curado mínimo es de 3 días. Para reposiciones de pequeña magnitud, se podrá utilizar concreto ya preparado en bolsas al vacío.

Antes de colocar el concreto, previamente se humedecerá la base de afirmado o material granular y se dará un baño de lechada de cemento a los bordes del pavimento existente, debiendo permanecer frescos en el momento de vaciar el concreto.

El concreto se deberá colocar en una sola capa, en la cantidad necesaria para que ocupe completamente el espacio a reponer, respetando los puntos de dilatación existentes. Una vez depositado será compactado y vibrado adecuadamente enrasado a la altura de la reparación, no debiendo presentar depresiones ni sobre elevaciones.

La superficie del pavimento repuesto no será pulido, debiendo verificarse su enrasamiento con el pavimento existente, mediante una regla a fin de que no presente irregularidades.

El acabado no será pulido, debiendo ser semejante al del pavimento circundante y los bordes del área reparada, deberá efectuarse con una bruña de 10 mm de diámetro, debiendo procederse al sellado de la misma con un material bituminoso.

En el curado el concreto deberá mantenerse por encima de los 10°C y en condición húmeda por lo menos 7 días después de colocado excepto cuando se emplee concreto con acelerantes o de alta resistencia en cuyo caso se mantendrá en esas condiciones durante 3 días.

3.1.1.2 Las juntas del pavimento:

En todos los tipos de juntas, los 4 cm superiores de losa quedarán sellados con material asfáltico de 1 cm de espesor mínimo (o 1" tratándose de las dilataciones).

Las de contracción se harán en tramos no mayores de 4.50m de largo.

Las de construcción cumplen también la función de las de dilatación.

Las juntas de dilatación sólo son necesarias después de nueve juntas de contracción.

3.1.1.3 Detalles de la Carpeta de Concreto Hidráulico:

El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP334.009, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150.

Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I o Cemento Portland Normal, el que se encontrará en perfecto estado en el momento de utilización, pudiendo ser provisto a granel o en bolsas con contenido neto de 42.5 kg.

Las bolsas deben estar en buenas condiciones al momento de su uso. Aquellas bolsas que tengan una variación de más del 5% del peso señalado, pueden ser rechazadas. El cemento a granel será pesado sobre balanzas debidamente aprobadas.

El cemento que parcialmente presente fragua, que contenga terrones, o que provenga de bolsas dañadas o parcialmente usadas, no será empleado. Se almacenará en un local o depósito a prueba de humedecimiento, de modo que preserve el material contra este riesgo. Las rumas de bolsas deberán colocarse sobre entablado, aún en el caso que el piso del



depósito sea de concreto. Los envíos de cemento se colocarán por separado, indicándose en carteles la fecha de recepción de cada lote para su mejor identificación, inspección y empleo.

El agua a emplearse en las obras de concreto deberá ser limpia y carente de aceites, ácidos, álcalis, azúcar y materiales vegetales. Si lo requiere la Supervisión de Obra el agua se ensayará por comparación con otra de calidad conocida y satisfactoria. Esta comparación se hará por medio de ensayos "Standard" de cemento para constancia de volumen, tiempo de fraguado y resistencia del mortero. Toda indicación de inestabilidad de volumen, de un cambio marcado en el tiempo de fraguado, o de una variación en la resistencia de más de 10% en relación con los resultados obtenidos con mezclas que contengan agua de calidad conocida y satisfactoria, será causa suficiente para rechazar el agua que se ensaya.

Los agregados deberán cumplir los requerimientos de las "Especificaciones para agregados del concreto" (ASTM C-33). Como norma general, podrán usarse como agregados las arenas y gravas naturales, rocas trituradas u otros productos cuyo empleo se halle sancionado por la práctica.

Los agregados deberán provenir solo de fuentes de abastecimiento aprobadas. Preferiblemente se utilizarán agregados machacados, triturados o piedras partidas. Los agregados serán de dos tipos, entendiéndose como fino al que pase la malla N° 4 y al retenido en la malla N° 4 como agregado grueso; todos ellos deberán ser limpios, libres de polvo, materia orgánica, greda u otras sustancias perjudiciales y no contendrán piedra desintegrada, mica, cal libre o ácidos.

El agregado fino será una arena lavada; silicea, limpia, que tenga granos sin revestir, resistentes, fuertes y agudos. El grueso deberá ser grava o piedra caliza triturada o rota, de grano completo y de calidad dura.

Se considera como agregado fino a la fracción que pasa la malla de 4.75 mm (N° 4), y provendrá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos de granulometría:

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3 / 8")	100
4.75 mm (N° 4)	95 - 100
2.36 mm (N° 8)	80 - 100
1.18 mm (N° 16)	50 - 85
600 mm (N° 30)	25 - 60
300 mm (N° 50)	10 - 30
150 mm (N° 100)	02 - 10



En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos. El Modulo de Finura se encontrará entre 2.3 y 3.1.

Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de 0.2 en el Módulo de Finura con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

La granulometría del agregado grueso deberá cumplir con alguno de los siguientes requisitos granulométricos:

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	CH-1	CH-2
63.5 mm (2 1/2")	100	-
50 mm (2")	95 – 100	100
37.5 mm (1 1/2")	-	95 – 100
25.0 mm (1")	35 – 70	-
19.0 mm (3/4")	-	35 – 70
12.5 mm (1/2")	10 – 30	-
9.5 mm (3/8")	-	10 – 30
4.75 mm (N°4)	0 – 5	0 – 5

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de cincuenta milímetros (50 mm).

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas.

Todos los agregados serán almacenados en forma tal que se impida que los diferentes tamaños se mezclen unos con otros, o que se mezclen con la tierra u otras sustancias extrañas. Los agregados no serán depositados sobre la subrasante o sub-base terminada. En general, se deberá cumplir con la especificación AASHTO M-80.

En principio, se autoriza el empleo, como aditivos al concreto, de todo tipo de productos, siempre que se justifique mediante los oportunos ensayos que el aditivo agregado en las proporciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las características restantes del concreto. No se permitirá el uso de cloruro de calcio o de productos que lo contengan, debiéndose en todo caso cumplir con las especificaciones AASHTO M-194 o ASTM C-494 para aditivos.

La relación agua-cemento, en peso, no deberá exceder de 0.5 y al fijar la cantidad de agua que debe añadirse a la masa será imprescindible tener en cuenta la que contiene el agregado fino y eventualmente el resto de los agregados. En ningún caso el agua de mezcla excederá de 6 1/2 galones por saco de cemento para una tanda individual.

La mezcla producirá un concreto trabajable y tal que ensayada en el cono de Abrams, presente un asentamiento comprendido entre 1-1/2" a 3" para concreto no vibrado y entre 1/2" a 1-1/2" para concreto vibrado. Se deberá utilizar el ensayo ASTM C-143 (AASHTO T-119).



La dosificación deberá ser capaz de proporcionar un concreto que posea por lo menos las calidades mínimas de consistencia y resistencia exigidas. Para confirmar este extremo, antes de iniciar las obras se preparará con dicha dosificación un concreto de prueba, determinándose el asentamiento con el cono de Abrams y las características de resistencia a la flexión y compresión a los 7 y 28 días. Los valores obtenidos se aumentarán (para el asentamiento) y se disminuirán (para la resistencia característica) en un 15%, para tener en cuenta las variaciones de calidad de los concretos ejecutados en laboratorio y en obra, comparándose con los límites prescritos.

Si los resultados son favorables, la dosificación puede admitirse como buena. Los especímenes de laboratorio se prepararán de acuerdo con ASTM C-142 (AASHTO T-126).

El concreto se preparará siempre en máquina concretora que sea capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes, proporcionando un concreto de color y consistencia uniformes dentro del tiempo especificado y sin segregación al descargar la mezcla. Estará equipada con dispositivos automáticos que permitirá medir exactamente la cantidad de agua añadida a la mezcla. Tanto el agregado grueso y el cemento, se pesarán por separado. La precisión de las pesadas será del 2% para los agregados y del 1% para el cemento. Cada 15 días como máximo se controlarán los aparatos de medida para verificar su perfecto funcionamiento. El mezclado podrá efectuarse en el lugar de la obra o en una planta central.

El concreto deberá ser transportado al lugar de colocación tan pronto como sea posible, por métodos que impidan o prevengan toda segregación, evaporación de agua o introducción de cuerpos extraños en la masa.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de concretos que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración. La máxima caída libre de la mezcla, en cualquier punto de su recorrido, no excederá de un metro, procurándose que la descarga se realice lo más cerca posible del lugar de su ubicación definitiva, para reducir al mínimo las manipulaciones posteriores.

El concreto será colocado sobre la base o sub-base aprobada y preparada según especificaciones respectivas, con el menor manipuleo posible y de preferencia por medios mecánicos.

Será consolidado enteramente a lo largo de las caras de los encofrados mediante un vibrador con el objeto de evitar cangrejeras y de manera que cuando la losa este compactada y terminada, su altura en todos los puntos sea la fijada por la cota prevista.

No se permitirá el tránsito del personal sobre el concreto fresco, debiendo disponerse, para tal fin, de pasarelas adecuadas. Si cualquier elemento de transferencia de carga es movido durante el vaciado o compactado, deberá ser vuelto a su lugar antes de continuar con las operaciones.

No deberá colocarse concreto alrededor de los buzones u otras obras de arte hasta que estos hayan sido llevados a la pendiente y alineamiento exigidos y se haya aplicado el material usado para el relleno de juntas.

El concreto se colocará tan cerca de las juntas como sea posible, sin disturbarlas. Luego será paleado a ambos lados manteniendo igual presión. El concreto adyacente a las juntas será compactado con un vibrador que trabajará a ambos lados y a todo lo largo de las mismas.



Cuando el pavimento se construya por carriles separados, no se permitirá una desviación mayor de 1/2" en las juntas longitudinales, debiendo pintarse con alquitrán o producto análogo todo el borde de la banda existente, para evitar la adhesión del concreto nuevo con el antiguo. Si el pavimento es construido en una sola operación a todo lo ancho, deberá provocarse la junta longitudinal por medio de aserrado mecánico.

El empleo de productos químicos para curado está previsto en los documentos del proyecto, se empleará un producto químico de calidad certificada que, aplicado mediante aspersión sobre la superficie del pavimento garantice el correcto curado de éste. El producto por utilizar deberá satisfacer todas las especificaciones de calidad que indique su fabricante.

El material para el curado deberá asegurar una perfecta conservación del concreto, formando una película continua sobre la superficie del mismo que impida la evaporación del agua durante su fraguado y primer endurecimiento y que permanezca intacta durante tres días, por lo menos, después de su aplicación.

La arpillaria (material protector para el curado) será hecha de yute y al momento de ser usada estará en buenas condiciones, libre de agujeros, suciedades, arcillas o cualquier otra.

3.1.2 Pavimento Flexible

3.1.2.1 Generalidades:

La reposición del pavimento flexible se efectuará con mezcla bituminosa de asfalto en caliente o con otro material de características similares, que cumplan con las mismas condiciones de durabilidad, plasticidad, adherencia e impermeabilidad.

El proceso de colocación de la carpeta asfáltica comprenderá:

- a. Barrido
- b. Imprimación y curado
- c. Aplicación de la mezcla bituminosa
- d. Compactación de la mezcla bituminosa

Antes de colocar el asfalto en caliente, previamente se efectuará un barrido para eliminar el polvo u otro material extraño de la base, imprimándolo de inmediato con materiales asfálticos conforme a lo indicado en el ítem imprimación asfáltica.

También el asfalto en caliente a colocarse, tendrá una temperatura de 130°C a 140°C, debiendo ser distribuida en un espesor que sobresalga de 3 mm a 6 mm, por encima de las zonas circundantes del pavimento existente, a fin de que después de su acomodo, mediante rastrillos y compactado mediante rodillos, se consiga un nivel y acabado parejo; aplicándole posteriormente un sello asfáltico en toda su extensión.

3.1.2.2 Detalles de la Carpeta de Asfalto:

Las carpetas de asfalto en caliente serán de un espesor compactado según lo especificado en el Proyecto, siendo usual en el mercado que se presente los siguientes espesores:

Carpeta asfáltica	2"	[c] (no menor a 5.5 cm en reposición)
carpeta asfáltica	3"	[c]



carpeta asfáltica 4" [c]

La estructura del pavimento terminará con carpeta asfáltica, que es una mezcla en caliente, de cemento o betún asfáltico, agregados debidamente graduados y relleno mineral que una vez colocada, compactada y enfriada, se constituirá en una capa semirígida capaz de soportar el tránsito.

La dosificación o fórmula de la mezcla de concreto asfáltico (o simplemente "Mezcla asfáltica" para los efectos de este expediente técnico) así como lo regímenes de temperaturas de mezclado y de colocación que se pretenda utilizar, serán presentadas a la Supervisión de Obra con cantidades o porcentajes definidos y únicos. Ello determina que mezcla podrá ser aceptada o en su defecto, se fijará una nueva que podrá tener coincidencias parciales con la presentada por el Concesionario. El material bituminoso, que se usará en la preparación de mezcla en planta, será cemento asfáltico o asfalto sólido de las siguientes características:

Penetración [0.01 mm 25 C-100 gr-5 seg]	60-70
Ductibilidad [en cm a 25 C]	100 min.C
Punto de inflamación [en C]	232 min.C
Viscosidad Furol [en seg. a 60]	100 min.C

El cemento asfáltico será uniforme en sus granos gruesos, finos y además un relleno mineral ["Filler"].

Los agregados gruesos estarán constituidos por piedra grava machacada y eventualmente por materiales naturales que se presente en estado fracturado o muy angulosos, con textura superficial rugosa. Quedarán retenidos en la malla N° 8 y estarán limpios, es decir, sin recubrimiento de arcilla, limo u otros agregados de material fino. Además, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Porcentajes de desgastes " Los Angeles"	
AASHTO T-96[ASTM C131]	40% máx.
Durabilidad desgaste por el sulfato de sodio durante 5 ciclos	
AASHTO T-140 [ASTM C88]	12% máx.

Los agregados finos, o material que pase de malla N° 8, serán obtenidos por el machaqueo de piedra o gravas, o también arenas naturales de granos angulosos. Como en todos los casos, el agregado se presentará limpio, es decir que sus partículas no estarán recubiertas de arcilla limosa u otras sustancias perjudiciales, ni contendrá granos de arcilla y otros aglomerados de material fino.

El relleno mineral ["Filler"] estará compuesto por partículas muy finas de caliza, cal apagada, cemento portland u otra sustancia mineral no plástica, que se presentará seca y sin grumos.

El material cumplirá con los siguientes requerimientos mínimos de granulometría:

MALLA	% que pasa (en peso seco)
-------	---------------------------



N° 30	100
N° 100	90
N° 200	65

La fracción de "Filler" y de los agregados que pase la malla N° 200, que se domina polvo mineral, no tendrá características plásticas.

El agregado que resulte de combinar o mezcla los agregados grueso, fino y el "Filler", debe cumplir con la gradación de las mezclas tipo IVa, IVb o IVc de las recomendadas por el Instituto del Asfalto siguiente:

Tamaño de la Malla (Abertura cuadrada)	% que pasa		
	Tipo IVa	Tipo IVb	Tipo IVc
1"			100
3/4"			100
1/2"		100	
3/8"		100	80-100
1"	80-100	70-90	60-80
N°4	55-75	50-70	40-65
N°8	35-50	35-50	35-50
N°30	18-29	18-29	18-29
N°50	13-23	13-23	13-23
N°100	8-26	4-16	7-15
N°200	4-10	4-10	0-8
Tamaño Máximo	1/2"	3/4"	1"

Equivalente de arena en el agregado combinado: 45 mínimo

El asfalto en la mezcla del concreto asfáltico será determinado utilizando el método "Marshall" y debe cumplir con los siguientes requisitos básicos:

Número de golpes de compactación en cada extremo de la probeta	50	
Estabilidad, en libras	500	
Fluencia, en 0.01"	8 mín.	18 máx.
Vacios en la mezcla, en %	3 mín.	5 máx.
Vacios llenos de asfalto, en %	75 mín.	85 máx.



Las tolerancias admitidas en las mezclas son las siguientes:

Tamaño de la Malla	Variación permisible en % en peso de la mezcla total
N° 4 o mayor	5.0 aprox.
N° 8	4.0 aprox.
N° 30	3.0 aprox.
N° 200	1.0 aprox.
Asfalto	0.3 aprox.

La mezcla asfáltica en caliente será producida en plantas continuas o intermitentes. La temperatura de los componentes será la adecuada para garantizar una viscosidad en el cemento asfáltico que le permitirá mezclarse íntimamente con el agregado, combinado, también calentado.

La mezcla a la salida de la planta tendrá una temperatura comprendida entre 125° C y 165° C y será transportada a obra en vehículos adaptados convenientemente para garantizar su homogeneidad no segregación y una mínima pérdida de calor (baja de temperatura hasta el lugar del destino). La temperatura, será de 120° C mínimo.

La colocación y distribución se hará por medio de una pavimentadora autopropulsada de tipo y estado adecuados para que se garantice un esparcido de la mezcla en volumen, espesor y densidad de capa uniforme. El esparcido será complementado con un acomodo y rastrillado manual cuando se compruebe irregularidades a la salida de la pavimentadora.

La compactación de la carpeta se deberá llevar a cabo inmediatamente después de que la mezcla haya sido colocada. Sólo durante el primer rodillado se permitirá rectificar cualquier irregularidad en el acabado.

La compactación se realizará utilizando rodillos cilíndricos lisos en tándem y rodillo neumático. El número de pasadas del equipo de compactación será tal que garantice el 95% de más de la densidad lograda en el laboratorio. Las juntas de construcción serán perpendiculares al eje de la vía y tendrán el borde vertical. La unión de una capa nueva ya compactada se realizará previa impregnación de la junta con asfalto.

Los controles de calidad de los componentes de la mezcla así como la mezcla asfáltica misma serán de responsabilidad de su proveedor, que deberá aportar los respectivos certificados que aseguren las características del producto terminado, tales como:

- De los agregados minerales: granulometría, abrasión, durabilidad, equivalente de arena;
- Cemento asfáltico: penetración, viscosidad, punto de inflamación;
- de mezcla en planta: cantidades de los componentes, temperatura de mezcla, estabilidad, flujo, vacíos del ensayo "Marshall", tiempo de amasado.

Para verificar la calidad de la obra se efectuarán los controles de temperatura de aplicación, espesor de la carpeta, compactación, acabado y juntas.



La frecuencia de estas certificaciones y controles será determinada en cada caso por la Supervisión de Obra.

3.2 REPOSICIÓN DE VEREDAS

La capa base de las veredas será de material afirmado y se colocará sobre la subrasante que haya sido aprobada por la Supervisión de Obra y estará constituida por materiales granulares con tamaño máximo de 1".

En cuanto a la carpeta de la vereda, existen tipos de veredas:

3.2.1 Veredas rígidas

3.2.1.1 Generalidades:

Las losas de las veredas serán vaciadas con concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ mínimo; con acabado rico en pasta, y tendrá un espesor mínimo de 0.10 m. sobre una base compactada.

Los paños serán perfectamente definidos por las brufías, que seguirán las líneas de la vereda existente.

El mezclado del concreto se efectuará con máquina mezcladora. Sólo se permitirá utilizar recipientes cuando el concreto se encuentre ya preparado en bolsas al vacío.

3.2.1.2 Detalles de las losas de veredas:

Las losas de vereda serán de concreto simple, con las dimensiones señaladas en el proyecto.

Se empleará cemento portland tipo I-PM; agregados grueso y fino que consistirán en fragmentos de roca duros, fuertes, durables, limpios y libres de sustancias perjudiciales; y agua que deberá ser limpia, fresca y potable.

La dosificación se efectuará de acuerdo a un diseño de mezcla previamente aprobado. La selección de las preparaciones puede realizarse mediante cualquiera de los tres métodos permitidos en el ACI-301-72.

Las proporciones de los ingredientes del concreto serán tales, que produzcan concreto de la calidad especificada y que pueda colocarse sin segregación excesiva. La máxima relación agua-cemento permitida en peso será 0.5. La dosificación se hará por peso dentro de las tolerancias de uno por ciento para cemento y agua y de dos por ciento para agregados.

El concreto será preparado a máquina con el fin de obtener una mezcla regular e íntima de los componentes, proporcionando un producto final de consistencia y color uniformes. La máquina mezcladora estará equipada con un dispositivo automático de medición del agua de amasado.

En caso de emplearse concreto premezclado se deberá cumplir con la norma ASTM C-94-74. En todo caso, el concreto deberá ser transportado al lugar de la colocación tan pronto como sea posible, utilizándose métodos que impidan o prevengan toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños. No se aceptará la colocación en obra de concretos que acusen fraguado prematuro o alteraciones en su composición o comportamiento.

El encofrado de veredas estará constituido por perfiles metálicos o de madera cepillada, de diseño, dimensiones, espesor y condiciones previamente aprobados por la Supervisión de



Obra. Sus características deben permitir, una vez fijados en su posición y unidos entre sí, la ejecución de los trabajos sin deformarse, tanto en los tramos rectos cuanto en las curvaturas de los martillos.

Los perfiles antes de su utilización deberán ser acondicionados en forma tal que pueda lograrse superficies acabadas a la vista, lisas y uniformes.

El desencofrado no se realizará antes de transcurridas 16 horas del vertido del concreto.

El vertido del concreto deberá realizarse de modo que requiera el menor manipuleo posible, evitando a la vez la segregación de los agregados. La compactación se realizará exclusivamente mediante la adecuada vibración de la masa del concreto.

El acabado final se realizará de forma tal que se consiga una superficie de textura rugosa y bruñido uniformes, cuya rasante y perfil se adapten a los niveles establecidos. No se permitirá ningún desnivel superior a los 3 mm.

El curado podrá hacerse por el sistema de "arroceras" permanentemente cargadas de agua durante los ocho días posteriores a los de la construcción de la vereda; o usándose membrana pigmentada reflectante que deberá aplicarse una vez terminado el acabado final de la vereda o berma central y cuando toda el agua libre de la superficie haya desaparecido, haciendo uso de un rociador a presión que permita la aplicación de una cantidad no menor de 1 litro por cada 5 m² de superficie (2 manos mínimo).

Las veredas no serán puestas en servicio de ninguna forma antes que el concreto haya alcanzado una resistencia equivalente al ochenta por ciento de la exigida a los 28 días.

3.2.2 Veredas especiales

La reposición se efectuará con el mismo tipo de material con el cual se encontró, sean estas losetas, lajas de piedra, baldosas; adoquines de piedra, etc.

3.3 REPOSICIÓN DE SARDINELES

Los sardineles se repararán con iguales o mejores condiciones en que se encontraron, serán vaciados total e independientemente de la losa de la vereda, de tal modo que cuando se ejecuten reparaciones en ésta, no se comprometa al sardinel.

La resistencia del concreto será de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mínimo; de indicarlo los proyectos se usará acero de refuerzo.

Para sardinel de 0.15 m. de altura libre, su altura total será de 0.45 m. mínimo; su ancho en todo caso será de 0.15 m. y su borde exterior redondeado con un radio mínimo de 0.025 m.

Los encofrados y demás detalles de carácter constructivos, serán similares a los especificados para la partida de veredas.

3.4 REPOSICIÓN DE JARDINES

Los jardines se repondrán con iguales o mejores condiciones en que se encontraron. Se incluye el material de relleno (tierra de cultivo), el césped y/o plantas de tallo corto, árboles, etc. así como el riego necesario que permita que las plantas muestren su aceptación en el terreno.



Más detalles están contenidos en la ET 14 Parquización.

4 PRUEBAS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS Y CALIDAD DEL CONCRETO

Independientemente a las pruebas de requisitos de los materiales que componen la estructura de los pavimentos, las pruebas contempladas en la presente Especificación Técnica para compactación de suelos y calidad del concreto deberán mostrar resultados óptimos; de presentarse resultados negativos, el Concesionario subsanará el trabajo desarrollado así como asumirá el costo de las nuevas pruebas en cantidad igual al número de pruebas no aceptadas.

4.1 PRUEBAS DE COMPACTACIÓN

Consideran las actividades adecuadas, que permitirán cumplir con la exigencia establecida en las Especificaciones Técnicas 17 Excavaciones y rellenos a cielo abierto de este pliego.

La frecuencia de estos ensayos, será determinada por la Supervisión de Obra y serán obligatorios cuando se evidencie un cambio en el tipo de suelos del material.

Cuando se trate de reparación de pavimentos como consecuencia de la instalación de tuberías, el número de pruebas a desarrollarse en el relleno de zanjas será de una prueba mínima cada 50 m de zanja, conforme a la Ordenanza Municipal N° 203, referida al Reglamento para Ejecución de Obras en las Áreas de Dominio Público, el resto de pruebas se efectuará por disposición de la Supervisión de Obra, en diferentes profundidades, según evaluación de los trabajos.

Para verificar la compactación de subrasantes, se utilizará la Norma de densidad de campo (ASTM 1556, NTP 339.143). La frecuencia de este ensayo será cada 240 m², en puntos dispuestos en tresbolillo.

Para verificar la compactación de la Base de Pavimentos se utilizará la Norma de densidad de campo (ASTM D1556). Este ensayo se realizará cada 200 m² de superficie compactada, en puntos dispuestos en tresbolillo.

4.2 PRUEBAS DE CALIDAD DEL CONCRETO

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Concesionario suministrará al Supervisor, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar y el Diseño de Mezcla, avalados por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos, para su verificación.

Una vez que el Supervisor efectúe las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales cuando resulten satisfactorios de las dosificaciones de cemento (Kg), agua libre (Kg), arena (Kg) y piedra (Kg) y eventuales adiciones, por metro cúbico (m³) de concreto fresco.

La consistencia del concreto. La fórmula deberá reconsiderarse, cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento y su marca.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.



- El módulo de finza del agregado fino en más de dos décimas (0.2)
- La naturaleza o proporción de los aditivos
- El método de puesta en obra.

Las pruebas de Calidad consideran las actividades adecuadas, que permitirán cumplir con la exigencia establecida en las ET26 Hormigón, así como las presentes Especificaciones para Pavimentos.

Sobre el número de pruebas las Especificaciones de este Pliego señalan un mínimo, estando la Supervisión de Obra en facultad de exigir muestras según evaluación de los trabajos.

En cuanto a las pruebas y el número recomendable:

1) Consistencia

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga transportada, para lo cual extraerá una muestra en el momento de la colocación del concreto para someterla al ensayo de asentamiento, cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites indicados con la especificación de diseño. En caso de no cumplirse este requisito, se someterán a observación las losas construidas con dicha carga.

2) Resistencia

Por cada cincuenta metros cúbicos (50 m³) se tomará una muestra compuesta por seis (6) especímenes con los cuales se ensayarán probetas según MTC E 709 para ensayos de resistencia, de las cuales se fallarán tres (3) a siete (7) días y tres (3) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia a siete (7) días se emplearán únicamente para controlar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán en la comprobación de la resistencia del concreto.

En pavimentos, las muestras serán de una por cada 250 m² para losas de e= 20 cm o de una por 300 m² en losas de e= 15 cm.

Cuando se trate de concreto pre mezclado la muestra será de una muestra por cada cinco envíos.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 5 Protección del medio ambiente ET 6 Higiene y seguridad del trabajo ET 10 Demoliciones ET 11 Limpieza y preparación del terreno ET 17 Excavaciones y Rellenos a cielo abierto ET 33 Protección y reubicación de los servicios existentes





ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.14 - Parquización



Índice

1	GENERALIDADES.....	3
2	TAREAS DE PARQUIZACIÓN.....	3
3	PRODUCTOS.....	5
3.1	Requisitos de los materiales.....	5
3.2	Entrega y almacenaje.....	6
4	MANTENIMIENTO, LIMPIEZA FINAL Y GARANTÍA.....	6
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS.....	7



1 GENERALIDADES

Se elegirán especies autóctonas, de buena calidad, que requieran poco mantenimiento, y adecuadas para soportar el ambiente urbano contaminado en particular por el aire.

El Concesionario deberá evitar la destrucción de la vegetación y del arbolado existente, daño a troncos o al follaje, como consecuencia de los trabajos a realizar. No se permitirá la quema de ningún tipo de material en el predio.

Deberá notificar al Supervisor de Obra con 20 (veinte) días de anticipación, el comienzo de los trabajos de parquización y presentar el correspondiente cronograma de trabajo para su aprobación.

Las especies a proveer serán las indicadas en los planos correspondientes de ingeniería de Detalle aprobado y de acuerdo con la Gerencia de Medio Ambiente de Lima Metropolitana.

Los árboles deberán ser fuertes, bien formados, tendrán una altura pareja de apertura de copa no menor de 2.50 m. de altura, bien formada y estará condicionada su aceptación a la aprobación previa del Supervisor de Obra. Los ejemplares deberán responder a la forma natural que caracteriza a la especie y variedad y tendrán no menos de 3 años de edad.

El Concesionario deberá proteger veredas, pavimentos y otras instalaciones que puedan ser dañadas durante las operaciones de parquización.

Si por cualquier motivo se rechazaran los materiales a utilizar, éstos serán removidos del predio y reemplazados por nuevos.

Se deberá tener en cuenta el mantenimiento de la parquización hasta la recepción final de la Obra.

2 TAREAS DE PARQUIZACIÓN

Las tareas de parquización que se incluyen en este ítem, son las siguientes:

a) Tratamiento fitosanitario y destrucción de hormigueros.

En la ejecución del proyecto se tendrán en cuenta las medidas fitosanitarias con vistas a un racional mantenimiento y conservación. Para la destrucción de hormigueros se usarán insecticidas específicos y aprobados por el Registro de Sanidad Vegetal. En caso de no tener acceso a los hormigueros, se aplicarán cebos tóxicos tipo Mirex sobre el camino de hormigas.

Si se localizarán hormigueros en el terreno, se cavarán hasta la hoyo, recinto donde se encuentran los huevos, y se inundará con la emulsión de hormiguicida.

b) Limpieza del terreno

Para la preparación del terreno se desmalezará y se retirará todo tipo de material resultante de las obras, como escombros y cascotes.

c) Roturado



Si el terreno está compactado se deberán realizar tareas de roturado, de manera tal de preparar el suelo para la parquización.

d) Nivelación

Se nivelará el terreno de acuerdo con las cotas de nivel establecidas en el plano correspondiente.

e) Provisión de tierra negra

Deberá proveerse tierra negra humifera para el fondo y relleno de los hoyos de plantación de algún vivero de buena calidad comercial. La tierra del subsuelo y las tierras amarillo ocre castaño deben ser rechazadas ya que no constituyen el suelo vegetal para las plantas

f) Plantación

Apertura de los hoyos:

Los hoyos serán en lo posible de paredes lisas y el fondo plano en el cual se incorporará tierra negra. El tamaño de los hoyos varia con la medida del cepellón y según sean árboles o arbustos. Se tomarán las siguientes medidas como aproximadas.

- para árboles jóvenes 1,00 x 1,00 x 1,00m
- para arbustos 0,60 x 0,60 x 0,60m

Ejecución de la plantación

Antes de colocar los ejemplares en los hoyos, se colocarán dos (2) tutores por planta para que sirvan de sostén. Los tutores deberán ir clavados en el fondo del hoyo y no en la tierra removida de éste. Los mismos serán estacones de sauce o de álamo, con el correspondiente descortezado (para que no broten) y con la punta afilada. Una vez colocado el tutor se incorporará en el hoyo una capa de tierra negra donde se apoyarán las raíces de planta. Se elegirá la orientación del árbol en el caso de que esté mejor desarrollado por un lado que por otro, dándole vueltas hasta conseguir la cara frontal y se atará al tutor, arpillera o goma de por medio con un alambre fino, practicando unas vueltas alrededor del árbol antes de sujetarlo al tutor. Luego de estas vueltas se le practicará al alambre varias vueltas sobre sí mismo, para recién las dos puntas que queden, asirlas a los tutores convenientemente. Dado que cuando el árbol crezca se pueden aflojar las vueltas de alambre sin peligro de la ruptura de la corteza y de las heridas.

Los árboles latifoliados caducos se expenden a raíz desnuda, por lo tanto es importante que pase el mínimo de tiempo posible fuera de la tierra. Estos son los primeros que se plantan, dejando para después los que vienen en envases de lata. Antes de comenzar la plantación, se deberá cortar las raíces deterioradas, tronchadas, secas o en mal estado, como así también las excesivamente largas.

Se podarán a la mitad o a un tercio de su longitud para concentrar la savia en menos yemas. Si se efectúan cortes importantes se cubrirán las heridas con mastic de injertar.

g) Colocación de especies florales, herbáceas, arbustivas y arbóreas Una vez llegadas las plantas a obra e inspeccionadas, deberán ser plantadas en lugar definitivo a la mayor brevedad y si así no fuere, acondicionadas en zanjas adecuadas que recibirán riego y cuidados hasta el momento de su plantación, no pudiendo permanecer en esta situación intermedia por un tiempo mayor a 7 (siete) días corridos. Los ejemplares a implantar, de no conseguirse los



ejemplares indicados en los planos de plantación al momento de iniciar las tareas, se podrán reemplazar por otros cuando aquellos reúnan las mismas o similares características. Estos cambios deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra previo a la plantación.

h) Carpeta verde

Preparación del terreno

Se deberá efectuar un punteo general del terreno que afecte los 25 - 30 cm. de profundidad de toda la superficie. El mismo podrá ser realizado con pala o cualquier otro implemento mecánico de uso más rápido y de iguales resultados (arado a mano; rotovactor de tracción; etc.), dependiendo de la superficie a trabajar y de la cantidad de tiempo y mano de obra. Se hará un perfilado del terreno, ejecutando los rellenos y retiro de tierra necesaria para alcanzar los niveles de proyecto. Una vez punteada la superficie se pasarán implementos mecánicos desterronadores, y luego se rastrillará la superficie con el elemento mecánico más adecuado acorde con el tamaño del espacio a tratar.

En caso de incorporación de suelos nuevos, efectuada la labranza, se colocará una capa de arena gruesa oriental de 2 cm. y luego se procederá a la colocación de tierra negra hasta los niveles requeridos en proyecto, de manera que no se produzca detención y/o acumulación del agua.

Colocación de Tepes

Se colocarán tepes de césped natural con alta proporción de gramílon *stentaphrum secundatum* (80 %) de las siguientes características:

Espesor: 3 a 4 cm.

Conformación: una sola pieza.

La primera hilera se colocará siguiendo un hilo y dos estacas y el resto en forma paralela a la primera. El primer corte se realizara cuando el césped tenga 7 cm. de altura.

Durante treinta días, el Concesionario, deberá practicar los cortes periódicos del césped, dos veces por semana en primavera y verano y una vez por semana en otoño e invierno. El riego deberá ser diario y la fertilización un vez por semana mediante la utilización de sustancias ricas en nitrógeno y potasio (foliares).

3 PRODUCTOS

El Concesionario deberá presentar, para su aprobación por el Supervisor de Obra y con 20 días de anticipación al inicio de los trabajos, lo siguiente:

1. Muestras de tepes, alfombra de césped o siembra con mezcla de semilla.
2. Las variedades de las especies florales, herbáceas, arbustivas y arbóreas a plantar.

3.1 Requisitos de los materiales

A. Especies a utilizar

Las especies florales, herbáceas, arbustivas y arbóreas serán seleccionadas en el momento de ejecución de los trabajos, considerando como ejemplos: Especies Florales de estación: (en vaso de 10; especies herbáceas o florales perennes: en vaso de 12; especies arbustivas, en



envase de 7 litros.; especies arbóreas), con altura promedio de 1.80 m y diámetro del tronco de aproximadamente 0.08 m a un metro de altura, en envase de 20 litros.

B. Césped:

Se utilizará, de acuerdo con la característica del trabajo:

Tepes de gramillón cultivado

Alfombra de Bermuda grass

Mezcla de semillas (en este caso se realizará siembra y resiembra)

C. Agroquímicos:

Los herbicidas (no selectivos) o plaguicidas, en el caso de ser utilizados, deberán presentarse en envase cerrado. El Concesionario propondrá para su aprobación por el Supervisor de Obra, el producto conveniente a utilizar, indicando el principio activo y sus características de uso particulares.

3.2 Entrega y almacenaje

Las plantas no deberán permanecer almacenadas por más de 24 horas, quedando supeditado al factor climático; de ser posible se plantarán en el día de su llegada a la obra.

4 MANTENIMIENTO, LIMPIEZA FINAL Y GARANTÍA

A. Mantenimiento de la Parquización antes de la recepción final de la obra.

El Concesionario será responsable de mantener el césped y las especies plantadas, como así también el entorno construido (veredas, cordones, alambrados, portones, muros, rejas). Deberá practicar el riego los primeros 10 días críticos, después del trasplante y una vez por semana durante el transcurso de la obra. El Concesionario se hará cargo de la lucha contra las plagas y contra las enfermedades, empleando los productos y pesticidas correspondientes en cada caso.

B. Limpieza Final

Todo el material producto de la limpieza parcial o total y/o sobrante de las obras, deberá ser colocado en contenedores, para su posterior traslado, dentro de los tres días de terminadas las mismas, a los lugares indicados por el Supervisor de Obra.

El área del predio utilizado como depósito deberá ser limpiado de todos los materiales y demás equipos que se hayan utilizado. Todas las veredas y los pavimentos deberán ser barridos y lavados después de los trabajos. El no retiro de materiales sobrantes, escombros y/o basuras será motivo suficiente para la no recepción de la obra, sin perjuicio de las sanciones y penalidades que correspondieran.

C. Inspección Final y Garantía

Previamente a la aceptación de los trabajos finales de obra, se realizará una inspección a los efectos de verificar el estado de las especies plantadas. El Concesionario garantizará el trabajo por un período no menor a tres meses. Si se manifestaran algunas patologías, se hará cargo de la remediación.



El concesionario garantizará el mantenimiento de las obras por todo el plazo del contrato, reemplazando las especies dañadas o muertas en un plazo máximo de un mes .

En el momento de la realización del tratamiento fitosanitario, el Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra para su aprobación, el producto propuesto en envase cerrado, indicando su clase, el principio activo, la dosis a utilizar y los elementos de seguridad para su manipuleo y utilización.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 11 Limpieza y preparación del terreno, ET 12 Desagote, ET 13 Corte, rotura y reposición de pavimentos y obras auxiliares.



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.15 – Materiales y equipos



Índice

1	GENERALIDADES.....	3
1.1	ALCANCE.....	3
1.2	REFERENCIAS.....	3
1.3	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR.....	4
1.4	CALIDAD.....	4
1.5	ALMACENAMIENTO, MANIPULÉO Y PROTECCIÓN.....	5
1.6	TRANSPORTE.....	5
1.7	INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE.....	6
2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS.....	6



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para proporcionar los materiales y los equipos necesarios para la obra.

Los trabajos incluidos son:

- 1) Normas de referencia.
- 2) Calidad de los productos, disponibilidad, almacenamiento, manipuleo, protección, transporte.
- 3) Instrucciones para los fabricantes.
- 4) Mano de obra, coordinación y seguridad.
- 5) Instalaciones existentes.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos y proporcionar equipos y materiales de manera *que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana*, con las presentes Especificaciones Técnicas, en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el manual siguiente para carreteras, que contiene mayores detalles para este proyecto específico

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - GENERALIDADES Sección 04 Control de calidad.

Para los Ensayos se tendrá en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y obviamente el vigente Manual aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

- 1) Dentro del texto de las especificaciones, se podrá hacer referencia a las siguientes normas, regulaciones, actas o códigos emitidos por:
 - MTC Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción del Perú
 - ACI American Concrete Institute
 - AISC American Institute of Steel Construction
 - ANSI American National Standards Institute
 - API American Petroleum Institute
 - ASTM American Society of Testing and Material
 - BS British Standards



- DIN Deutsches Institut für Normung
- IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ICEA Insulated Cable Engineers Association
- NEMA National Electrical Manufacturer's Association
- AFNOR Association Française de Normalisation
- AFTES Association Française de Travaux en Souterrain
- CNR- UNI Ente Italiano di Unificazione

Podrán ser utilizados documentos peruanos, internacionales o europeos equivalentes a ser propuestos por el Concesionario y aprobados por el Supervisor de Obra.

- 2) El Concesionario deberá ajustarse total o parcialmente según corresponda, a las normas citadas en los Documentos Contractuales.
- 3) Si existieran dudas o cuestionamientos acerca de si algún producto, sistema o requerimiento se ajusta o no a las normas de aplicación, el Supervisor de Obras se reserva el derecho de ensayar y aprobar o no dichos productos o sistemas.
- 4) El costo de dichos ensayos será a cargo del Concedente si se ajustaran a los Documentos Contractuales o a cargo del Concesionario si no se ajustaran a los mismos.
- 5) Se aplicará la última edición de las Normas mencionadas a la fecha de Presentación de las ofertas, excepto cuando se haga mención a alguna fecha o edición especial.
- 6) En ningún caso dejará de considerarse la aplicación de las Leyes, de los Decretos Supremos, de las Resoluciones Ministeriales, de las Especificaciones Técnicas Generales, del Ministerio de Transporte EG 2000 y de toda norma vigente peruana.

1.3 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

El Concesionario deberá presentar para su aprobación por el Supervisor de Obra, todos los materiales y equipos que se usarán según el detalle de las ET relacionadas.

Además deberá presentar certificados, descripciones, manuales y toda la documentación para permitir la evaluación del material y de los equipos.

1.4 CALIDAD

- 1) Los productos, materiales, equipos y artículos (a los cuales se los denomina como productos en las especificaciones) que se incorporen a la Obra deberán ser nuevos; no podrán estar dañados ni tener defectos de fabricación y deberán ser de la mejor calidad (compatible con las especificaciones). Si se solicitara, se deberán presentar comprobantes en cuanto al tipo, procedencia y calidad de los productos suministrados.
- 2) Las TBM (Tunnel Boring Machine) deberán ser nuevas o reacondicionadas específicamente para este proyecto.
- 3) Los productos defectuosos, identificados después de su colocación deberán ser retirados aunque hayan sido aceptados previamente por el Supervisor de Obra. El Concesionario



deberá retirar y reemplazar a su costo los productos defectuosos y responsabilizarse por las demoras y gastos que ocasionara su rechazo.

- 4) Si surgiera alguna discusión en cuanto a la calidad o idoneidad de los productos, la decisión final estará a cargo únicamente del Supervisor de Obra, basándose en los requerimientos de los Documentos Contractuales.
- 5) A menos que se estipule lo contrario en las especificaciones, se mantendrá la uniformidad de fabricación de cada ítem.
- 6) No se permitirán en los productos las etiquetas permanentes, marcas o letreros en lugares destacados, excepto en los casos en que se trate de instrucciones de funcionamiento o cuando los productos sean ubicados en salas de máquinas o electricidad.

1.5 ALMACENAMIENTO, MANIPULEO Y PROTECCIÓN

- 1) Se deberá manipular y almacenar los productos de manera que se puedan evitar los daños, adulteraciones, deterioros y suciedad, teniendo siempre en cuenta las instrucciones del fabricante cuando resulten necesarias.
- 2) Se deberá almacenar los embalajes y bultos de los productos en sus envases originales, sin que se produzcan daños en los mismos y manteniendo intactos los sellos y etiquetas del fabricante. No quitarles el envoltorio o embalaje hasta que resulten necesarios en la Obra.
- 3) Los productos que pudieran resultar dañados por la intemperie deberán ser almacenados en envoltorios impermeables.
- 4) Los productos cementosos o bentoníticos, deberán ser almacenados apartados de pisos de tierra u hormigón y lejos de las paredes.
- 5) Cuando se utilice arena en las techadas o mezclas se la deberá mantener limpia y seca. Se la deberá almacenar sobre plataformas de madera y cubiertas con lonas impermeables en caso de mal tiempo.
- 6) Los materiales de chapa y madera deberán almacenarse sobre soportes planos y sólidos, manteniéndolos lejos del suelo. Mantenerlos inclinados para protegerlos de la humedad.
- 7) Se deberá almacenar y mezclar las pinturas en lugares cálidos y ventilados. Quitar diariamente del lugar todos los trozos de tela que contengan sustancias aceitosas y cualquier otro resto de combustible.
- 8) Se deberá retirar y reemplazar los productos dañados a costa del Concesionario y a satisfacción del Supervisor de Obra. Tomar todas las precauciones necesarias para prevenir las combustiones espontáneas.

1.6 TRANSPORTE

- 1) El Concesionario deberá hacerse cargo de los gastos de transporte de los productos que se utilicen en la Obra, desde el punto de partida hasta el sitio de instalación.
- 2) Ningún vehículo de los utilizados por el Concesionario podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas en el Reglamento de Peso y Dimensión Vehicular para la Circulación en la Red Vial Nacional aprobado por Decreto Supremo N°013-98-MTC.



1.7 INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE

- 3) A menos que se especifique lo contrario en las especificaciones, los productos se deberán instalar y montar de acuerdo con las instrucciones impartidas por el fabricante. No se deberá remitir a las indicaciones de las etiquetas o envoltorios de los productos. El Concesionario deberá obtener las instrucciones directamente del fabricante.
- 4) Se notificará al Supervisor de Obra por escrito en caso de que surjan dudas o contradicciones entre las especificaciones y las instrucciones del fabricante para que el Supervisor de Obra resuelva los pasos a seguir.
- 5) Si surgieran discusiones en cuanto a la calidad e idoneidad de la mano de obra, únicamente el Supervisor de Obras podrá tomar la decisión final.

2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 04 Control de calidad durante la construcción. ET 6 Higiene y seguridad del trabajo



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.16 – Evacuación y depósito del material excavado



Índice

1	GENERALIDADES.....	3
1.1	DESCRIPCIÓN.....	3
1.2	SUELOS CONTAMINADOS.....	3
1.3	REFERENCIAS.....	4
1.4	DOCUMENTACION A PRESENTAR.....	4
1.5	HORARIOS PARA LAS OPERACIONES DE DESCARGA.....	5
2	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL DE EXCAVACIÓN.....	5
3	EJECUCIÓN.....	6
3.1	GENERALIDADES.....	6
3.2	MUESTRAS TESTIGOS Y PRUEBAS.....	7
3.3	MANIPULEO Y DEPÓSITO DEL MATERIAL EN ESPERA DE CLASIFICACIÓN.....	7
4	MEDICIÓN PARA EL PAGO.....	7
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS.....	8



1 GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN

- 1) Esta Sección cubre las tareas de evacuación y transporte hasta los predios autorizados, y disposición final del material del suelo proveniente de las excavaciones de las obras, es decir de los túneles, las estaciones, los pozos y otras obras particulares.

Se requiere indicar los predios autorizados según se indica en la ET 06 "Protección del Medio Ambiente" (informe 6) integrado y revisado por el CONCESIONARIO en su Expediente Técnico presentado durante el concurso, y para los cuales el CONCESIONARIO obtendrá todos los permisos necesarios para la ubicación del material de suelos en los mismos.

- 2) El CONCESIONARIO gestionará y obtendrá los permisos necesarios sobre los predios que podrían resultar adecuados para la ubicación del material de suelos proveniente de la excavación que no se reutilicen en la obra. Estas gestiones comprenden la aprobación del SUPERVISOR DE OBRA y los permisos y autorizaciones municipales, provinciales y/o nacionales correspondientes, incluyendo en todos los casos la habilitación de las rutas propuestas por las que se transportarán los materiales.
- 3) A fin de disponer de un registro sistemático de muestras del suelo excavado y asegurar la detección de contaminación, se tomarán muestras triples del suelo del frente de excavación a razón de una cada 5 m de profundidad en las estaciones y en los pozos, y una cada 1000m en el frente de los túneles. Estas muestras deberán analizarse sistemáticamente conforme a la Ley y de acuerdo con lo indicado en la ET 05 "Protección del Medio Ambiente"

El CONCESIONARIO deberá verificar la conveniencia de los espacios seleccionados y oficializar todos los arreglos y acuerdos necesarios con el propietario de cada predio antes de proceder al transporte y la descarga del material, el cual al ingresar al sitio de depósito deberá nivelarse extendiéndose en capas con un espesor y una frecuencia de nivelación a determinar en acuerdo con el propietario. El CONCESIONARIO deberá asegurarse de que los sitios no están siendo usados por terceros que no estén autorizados.

1.2 SUELOS CONTAMINADOS

El CONCESIONARIO no está autorizado a utilizar materiales para sellados, inyecciones o espumas que resulten contaminantes o no biodegradables por evitar que el suelo excavado se vaya a contaminar.

Si el CONCESIONARIO encuentra suelos ya contaminados, su extracción, transporte y tratamiento serán realizados por el CONCEDENTE.

En el caso de que, por cualquier causa atribuible al CONCESIONARIO, se contaminaran suelos, los mismos deberán ser transportados, almacenados y tratados a cargo y cuenta del CONCESIONARIO respetando lo exigido por la Ley Nacional y la ET 5 "Protección del Medio Ambiente"



La bacteriología no está contemplada y por esta razón, los suelos con bacterias no se categorizan como suelos contaminados dentro de los alcances de la presente cláusula. Sin embargo se requiere que el CONCESIONARIO realice un manipuleo cuidadoso de estos suelos a fin de evitar que los líquidos que se generen en forma natural o por lavado de los suelos entren en contacto con los vecinos. Por esta razón estos líquidos deberán ser convenientemente captados y conducidos a las redes de desagüe cloacal existentes. Asimismo, todo personal de Obra que esté en contacto con estos líquidos deberá contar con los elementos y equipos de higiene y seguridad necesarios para evitar cualquier inconveniente ligado a ellos.

1.3 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular los requerimientos para la ejecución de los movimientos de tierra, deben cumplir con el marco establecido por el manual siguiente, para carreteras que contiene mayores detalles para este proyecto específico:

- Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - CAPITULO II - MOVIMIENTO DE TIERRAS -Sección 204 Excavación general de Túneles

En la ET 5 Protección del Medio Ambiente se detallan las normas a seguir.

1.4 DOCUMENTACION A PRESENTAR

El Concesionario deberá presentar para su aprobación por el Supervisor de Obra, **un plan de movimiento de tierras de detalle**, por lo menos 60 (sesenta) días antes la fecha del comienzo de las obras, que deberá ser consistente con el Expediente Técnico aprobado. El plan de movimiento de tierras de detalle deberá incluir todas las indicaciones respecto a:

- Los elementos derivados del Expediente Técnico aprobado, utilizados en el plan de movimiento de tierras de detalle,
- el volumen expandido a evacuar,
- los medios de evacuación de los materiales excavados,
- los lugares de depósito provisionales para tierra vegetal o material a ser reutilizado en las obras o en espera de resultado de los análisis químicos de contaminación o del tratamiento descontaminante,
- los lugares de préstamos en operación a utilizar como fuente para rellenos con las respectivas cantidades,
- la calidad de los mismos,
- las rutas, horarios y medios de transporte de los mismos,



- los lugares de depósito final con las respectivas cantidades y sus proveniencias.
 - los sitios donde se colocarán los suelos excavados que deban evacuarse, tanto no contaminados como contaminados, su disposición transitoria, si corresponde, y final.
- 1) Presentar para la aprobación del SUPERVISOR DE OBRA el laboratorio de análisis químicos de contaminación, y los procedimientos que empleará en cada ensayo a realizar para evaluar la contaminación, según el punto 1.1.3.
 - 2) Presentar las normas que se van a utilizar y por escrito la constancia de que se han obtenido todos los permisos y autorizaciones para proceder a la descarga del material de excavación para cada uno de los predios a utilizar, incluyendo aquellos que se encuentren contaminados.
 - 3) Presentar para la aprobación del SUPERVISOR DE OBRA una lista de las rutas hasta los lugares de descarga para los camiones que se ocuparán de dicha actividad con las autorizaciones y permisos adecuados, en particular en acuerdo con la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad Metropolitana de Lima
 - 4) Presentar al SUPERVISOR DE OBRA la aprobación por escrito de los propietarios de cada uno de los predios que se van a utilizar.
 - 5) Inmediatamente después de emitidos por el laboratorio químico, el CONCESIONARIO deberá presentar en formato aprobado los resultados de las pruebas químicas de contaminación indicadas en los puntos 1.1.3 y 1.2.

1.5 HORARIOS PARA LAS OPERACIONES DE DESCARGA

- 1) El material procedente de las excavaciones podrá, a criterio del CONCESIONARIO, ser retirado del lugar tomando como tiempo útil para carga, transporte y descarga las 24 horas del día, siempre que se cumpla con todas las reglamentaciones vigentes en las áreas involucradas.
- 2) En particular se deberá acordar con la municipalidad metropolitana de Lima: Gerencia de Transporte urbano sobre las horas más adecuadas y los recursos a utilizar para evitar el bloqueo del tránsito.
- 3) Se deberá cumplir con todas las reglamentaciones de La Ley Peruana obtener los permisos y autorizaciones correspondientes al ítem 1 arriba mencionado.

2 CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL DE EXCAVACIÓN

- 1) La clasificación del material conforme a esta especificación, podrá ser modificada por las autoridades competentes en la zona de trabajo en los casos en que las pruebas previstas en el Punto 3.2 de esta misma ET, indiquen la presencia de parámetros químicos o diferencias en sus concentraciones con respecto a lo informado inicialmente.
- 2) El material de excavación que se encuentre contaminado, se transportará según el plan propuesto por el CONCESIONARIO indicado en el punto 1.4.1 y 1.4.2. El plan incluirá los lugares previamente autorizados para las descargas provisoria (si la hubiera) y final, como también todas las aprobaciones previas de autoridades competentes que fueran necesarias.



- 3) Este plan deberá estar aprobado con anterioridad al inicio de la obra, de manera que la detección imprevista durante los trabajos de cualquier material contaminado permita (con la sola comunicación al SUPERVISOR DE OBRA) su evacuación inmediata y sin demora. El SUPERVISOR DE OBRA requerirá hasta un máximo de 3 (tres) simulaciones de dicho plan a lo largo de la obra

3 EJECUCIÓN

3.1 GENERALIDADES

- 1) El CONCESIONARIO deberá hacerse responsable y tomar las medidas necesarias para proceder al traslado y descarga fuera de la zona de Obra de todo el material de excavación (incluyendo bloques de hormigón u otros materiales semejantes) proveniente de los túneles, estaciones, pozos, y obras particulares a lo largo de la traza.
- 2) No se permitirá la acumulación de material de excavación dentro del túnel
- 3) No se permitirá la acumulación de material de excavación en otras zonas de las Obras a menos que el SUPERVISOR DE OBRA lo solicite específicamente.
- 4) El CONCESIONARIO deberá retirar del área de las obras el material proveniente de la excavación y trasladarlo al lugar apropiado y autorizado.
- 5) Para ello deberá utilizar las rutas específicamente autorizadas para los vehículos de transporte.
- 6) También deberá retirar todo el material de la boca del túnel inmediatamente después de su excavación.
- 7) El CONCESIONARIO deberá asegurarse de que el material de excavación no sea descargado ni siquiera transitoriamente en ningún lugar entre la zona de Obra y el área de descarga autorizada.
- 8) Se deberá mantener la vía pública libre de escombros o tierra, a satisfacción de las autoridades locales y ateniéndose a lo dispuesto en la ET 06 "Protección del Medio Ambiente". Esto incluye la limpieza externa de los vehículos cargados previa a la iniciación del viaje.
- 9) El CONCESIONARIO deberá llevar un registro fechado de identificación de todos los camiones que ingresan o salen del lugar de las obras y que transportan materiales de la excavación.
- 10) Toda área de disposición transitoria de los suelos excavados deberá disponer de la infraestructura necesaria para que los lixiviados que pudieran presentarse sean contenidos y canalizados hacia los desagües cloacales. Todos los costos asociados a este fin estarán a cargo del CONCESIONARIO.
- 11) Ningún vehículo de los utilizados por el Contratista podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas en el Reglamento de Peso y Dimensión Vehicular para la Circulación en la Red Vial Nacional aprobado por Decreto Supremo N°013-98-MTC. En cada vehículo debe indicarse claramente su capacidad máxima.



- 12) Para evitar los efectos de dispersión y derrame de los materiales granulares, excedentes, derrumbes y otros, estos deben ser humedecidos y cubiertos. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva.
- 13) Todos los vehículos deberán tener incorporado a su carrocería, los contenedores o tolvas apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad en forma tal que se evite el derrame o pérdida del material humedecido, durante el transporte. Esta tolva deberá estar constituida por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios, así también, deben estar en buen estado de mantenimiento.
- 14) Los equipos de carga y descarga deberán estar provistos de los accesorios necesarios para cumplir adecuadamente tales labores, entre las cuales pueden mencionarse las alarmas acústicas, ópticas y otras.

3.2 MUESTRAS TESTIGOS Y PRUEBAS

El CONCESIONARIO, en presencia del SUPERVISOR DE OBRA obtendrá muestras triples del suelo en el frente de excavación, cada cinco (5) m de profundidad en los pozos a cielo abierto de cualquier naturaleza y cada 1000 m de avance en la excavación en túnel. Dos de las muestras adecuadamente rotuladas serán almacenadas en frascos herméticos y de manera ordenada en un depósito que habilitará el CONCESIONARIO para tal efecto, hasta el final de la obra; dicho depósito deberá tener doble cerradura, una para el SUPERVISOR DE OBRA y otra para el CONCESIONARIO con el fin de que se necesite la presencia del CONCESIONARIO y el SUPERVISOR DE OBRA para poder acceder a dicho depósito.

La tercera muestra será enviada al laboratorio químico para la detección del grado de contaminación y control de los depósitos de material evacuado según lo mencionado en la ET 05 "Protección del Medio Ambiente"

3.3 MANIPULEO Y DEPÓSITO DEL MATERIAL EN ESPERA DE CLASIFICACIÓN

Cuando el SUPERVISOR DE OBRA y/o el CONCESIONARIO clasifiquen provisoriamente el material de excavación como probablemente "contaminado" o "peligroso" y/o mientras se espera el resultado de la prueba química, se deberá retirar dicho material del lugar y colocarlo en el lugar autorizado que el CONCESIONARIO tendrá disponible en todo momento y aprobado por el SUPERVISOR DE OBRA desde el comienzo de la Obra, como se indica en 1.4.1.

4 MEDICIÓN PARA EL PAGO

- a) Los trabajos incluidos en esta especificación se medirán y pagarán en conformidad con estos Documentos Contractuales, aplicados a los volúmenes teóricos de suelos excavados (es decir, sin esponjamiento) y a la distancia real de transporte.
- b) Con respecto al pago del transporte, tratamiento y disposición de suelos contaminados, vale lo indicado en la Cláusula 1.2 de la presente especificación.



5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 05 Protección del medio ambiente.



ANEXO 03 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.17 – Excavaciones y rellenos a cielo abierto



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.1.1	DEFINICIONES.....	3
1.2	REFERENCIAS.....	4
1.3	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR	4
1.3.1	MUESTRAS	5
2	EXCAVACIONES	6
2.1	Generalidades.....	6
2.2	Metodología	7
2.2.1	Preparación del Lugar.....	7
2.2.2	Destape de la capa vegetal superior	7
2.2.3	Acopio	7
2.2.4	Apuntalamiento y sostenimiento	8
2.2.5	Control de erosión, desagote y prevención de desplazamientos	8
2.3	Excavaciones Generales a cielo abierto.....	8
2.3.1	Excavaciones en zanja a cielo abierto para la instalación de cañerías y conductos	9
2.3.2	Excavaciones de las áreas interiores a los muros colados.....	9
2.4	Protección de las instalaciones y de los edificios existentes	9
2.4.1	Servicios y estructuras enterradas:	9
2.4.2	Edificios e instalaciones de superficie	10
2.5	Impacto en la ciudad– realización de las estaciones CUT & COVER con el método TOP DOWN	10
3	RELLENOS	11
3.1	Generalidades.....	11
3.2	Rellenos para asiento de pavimentos	12
3.3	Relleno alrededor de estructuras de hormigón	12
3.4	Rellenos de zanjas para cañerías y conductos.....	13
3.5	Materiales para rellenos	14
3.6	Ensayos de materiales para rellenos	15
3.7	Métodos y grados de compactación de los rellenos.....	16
3.7.1	Generalidades	16
3.7.2	Procedimiento de compactación.....	17
4	RESTAURACIÓN DE LOS SITIOS DE OBRA	18
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	18



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

1) Esta especificación incluye los requerimientos de la Ingeniería de Detalle, y la mano de obra, los materiales y los equipos necesarios para realizar las excavaciones a cielo abierto y su relleno, y la rehabilitación de los lugares afectados cuando corresponda. Incluye las excavaciones y rellenos requeridos para la construcción de todas las estaciones en cut and cover, y de todos los pozos de acceso temporal y definitivos que sean necesarios para la construcción de las Líneas Metropolitanas, y todas las excavaciones a cielo abierto y rellenos que puedan ser necesarios para la protección y/o desplazamiento de estructuras, servicios o instalaciones afectadas momentánea o definitivamente por los trabajos de los túneles y sus obras conexas, y las excavaciones y rellenos de toda otra obra requerida por el proyecto, esté o no indicada en los Planos del proyecto de Referencia. Finalmente también incluye los requerimientos específicos para todas las excavaciones a cielo abierto y los rellenos que sean requeridos para la ejecución de las zanjas o pozos temporales que puedan ser necesarios para tratamientos de suelo u otros fines constructivos.

2) No se admitirá ningún método de excavación que se base exclusivamente en la depresión o el descenso sistemático de la capa de agua subterránea. En la medida de lo posible, el control del agua en la excavación se hará por bombeo desde el interior del pozo, evitando la depresión sistemática de la capa freática.

3) En todas las excavaciones a cielo abierto, la evacuación de los líquidos provenientes de las excavaciones deberá ser canalizada hacia conductos pluviales previa decantación de los sólidos sedimentables.

4) El movimiento de tierra incluye aflojar, remover y excavar tanto los suelos y materiales encontrados que van a evacuación, como los suelos que se reutilizarán como relleno compactado en la obra

5) Material de relleno queda definido como cualquier suelo o preparado que se utilice con carácter constructivo en la ejecución de las obras y que cumpla con los requisitos específicos para cada caso.

1.1.1 DEFINICIONES

1) Material de excavación no clasificado: consiste en el material proveniente de la excavación de suelos y otros materiales de cualquier tipo que puedan encontrarse durante el desarrollo de los trabajos de excavación a cielo abierto.

2) Limpieza: consiste en el corte de árboles y vegetación incluyendo la remoción de los árboles talados y sus vástagos, retirando raíces y demás escombros de la superficie.

3) Desbroce: Excavación y traslado de los materiales de excavación (tocones, etc.) no inferiores a 100 mm que se encuentren por debajo de la superficie existente.

4) Destape: Excavación y remoción independiente de la capa superficial y orgánica del suelo hasta la profundidad de 30 cm. cuando se indique o apruebe.



5) Material de relleno: podrá ser material selecto obtenido de la excavación, material importado o material sin clasificación; libre de materia vegetal, elementos agresivos al hierro u hormigón, o exceso de humedad, que cumpla con los requisitos indicados en el punto 2.1 de esta especificación.

Las tareas indicadas en los puntos 2, 3 y 4 se ejecutarán de acuerdo con la especificación ET 11 Limpieza y preparación del terreno.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el manual siguiente, para carreteras, que contiene mayor detalle para este proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - CAPITULO II MOVIMIENTO DE TIERRAS

Para los Ensayos se debe tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y obviamente el vigente Manual aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

1.3 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

El Contratista deberá presentar para su aprobación por el Supervisor de Obra, la metodología, los materiales y los equipos para la ejecución de las obras, objeto de la presente ET, detalladamente

1) El Concesionario deberá presentar todos los planos topográficos de los sitios a excavar a cielo abierto, vinculándolos a la Trama Básica de Apoyo Planialtimétrico (T.A.P.A.- ver ET 08 Servicios topográficos a realizar por el Concesionario), incluyendo los puntos fijos específicos materializados en cada sitio a excavar.

2) El Concesionario deberá presentar la Ingeniería de Detalle de los apuntalamientos y sostenimientos necesarios en los trabajos que lo requieran, así como los sistemas de drenaje, desagote, control de la capa freática, tratamiento y estabilización del fondo de excavación de los pozos y control de estabilidad y de los asentamientos, y los métodos de relleno y compactación.

3) Las memorias de cálculo, los planos y métodos constructivos y demás datos de apoyo para la excavación a cielo abierto y rellenos según corresponda, deberán ser presentados al Supervisor de Obra con todos sus detalles para su aprobación final con la antelación suficiente al inicio de los trabajos correspondientes, contemplando los plazos establecidos en el Contrato.

4) Tanto los diseños como los datos de apoyo deberán tener el sello y la firma de un ingeniero calificado en la especialidad



5) El Concesionario presentará un plan de control y movimiento de tierra incluyendo lo requerido en la ET 05 Protección del medio ambiente y ET 16 Evacuación y depósito del material excavado, ítem 1.4 Presentaciones, con todas las indicaciones respecto a:

- el volumen teórico excavado, *discriminado por naturaleza de terreno y por obra,*
- el volumen expandido a evacuar.
- los medios de evacuación de los materiales excavados,
- los lugares de depósito provisionales para tierra vegetal o material a ser reutilizado en el relleno de los pozos o en espera de resultado de los análisis químicos de contaminación o del tratamiento descontaminante,
- los lugares de préstamos en operación a utilizar como fuente para rellenos con las respectivas cantidades,
- la calidad de los mismos,
- las rutas, horarios y medios de transporte de los mismos,
- los lugares de depósito final con las respectivas cantidades y su proveniencia,

1.3.1 MUESTRAS

1) Como mínimo 4 semanas antes de comenzar los trabajos, se deberá informar al Supervisor de Obra acerca de la fuente propuesta para materiales de relleno, incluyendo los ensayos necesarios para demostrar que el material propuesto puede cumplir con las características geomecánicas requeridas, permitiendo el acceso para visitar los sitios y eventualmente tomar las muestras de verificación correspondientes



2 EXCAVACIONES

2.1 Generalidades

El Concesionario realizará las excavaciones de acuerdo a los Planos de Construcción correspondientes y de conformidad con la documentación contractual, según las siguientes modalidades:

- Excavaciones generales a cielo abierto.
- Excavaciones en zanjas a cielo abierto para la instalación de cañerías y conductos
- Excavaciones de los recintos de los pozos.

Excepto en los casos en que se especifique lo contrario, las excavaciones incluirán el movimiento de cualquier material encontrado en las obras, suelos blandos, firmes, toscas, rellenos, materiales de construcción y cualquier obstrucción encontrada que interfiera con la ejecución y finalización de las mismas.

El Concesionario deberá:

1. Retirar el hormigón, mampostería, pavimento, demolición de cimientos, escombros y demás obstrucciones que pudieran encontrarse durante la excavación.
2. Si se encontraran raíces en el lugar de la excavación, se deberá excavar a mano y cortar las raíces con hachas o sierras.
3. Retirar del lugar los materiales de excavación que no se utilicen o que resulten inadecuados, de acuerdo con la ET 16 Evacuación y depósito del material excavado.
4. Impedir la obstrucción de las superficies de drenaje existentes.
5. Notificar al Supervisor de Obra cuando se llegue al fondo de la excavación, para obtener su aprobación cuando se haya completado la misma.
6. Cuando se hayan realizado sobre-excavaciones no autorizadas, se deberán corregir con cargo al Concesionario, rellenando con materiales apropiados y aprobados por el Supervisor de Obra
7. Se deberá realizar las excavaciones de manera prolija y firme y retirar los desprendimientos de material y los escombros de las mismas.
8. Mantener las excavaciones libres de agua mientras se ejecuten los trabajos.
9. Controlar la subpresión y prevenir la erosión y movilización de suelos o los desplazamientos del fondo de las excavaciones.
10. Proteger las excavaciones abiertas contra inundaciones o daños ocasionados por derrames desde la superficie.

El Concesionario no podrá iniciar ninguna excavación sin la autorización por escrito del Supervisor de Obra.



El fondo de las excavaciones deberá ser nivelado a la cota de fundación que se indica en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobada o donde lo indique o apruebe el Supervisor de Obra.

El procedimiento adoptado evitará que se perjudique la estabilidad de las paredes excavadas o se afecten las estructuras vecinas existentes. La lectura e interpretación de la instrumentación de auscultación deberá ser considerada como parte de los trabajos de excavación.

2.2 Metodología

1 El Concesionario presentará por escrito al Supervisor de Obra, con anticipación previa suficiente a la iniciación de cada excavación, los detalles de los métodos propuestos, incluyendo los sistemas temporales de apoyo y tratamiento y estabilización de fondo de excavación, drenaje y desagote, control de la napa de agua, esquemas y secuencia de las operaciones que se desarrollarán hasta finalizar la Obra. No se podrán iniciar excavaciones hasta que se reciba la aprobación del Supervisor de Obra.

2. El Concesionario deberá realizar las operaciones de movimiento de tierra como sea necesario para completar la obra y de la manera que se indica en las especificaciones técnicas. El Concesionario deberá tomar las precauciones necesarias para prevenir inconvenientes que pueden ser causados por sus actividades.

3 El Concesionario adoptará los sistemas de excavación que permitan que no se perjudique la estabilidad de las paredes excavadas. Las superficies de todas las excavaciones que vayan a permanecer largo tiempo expuestas deberán ser protegidas y estabilizadas para evitar socavaciones y derrumbes.

2.2.1 Preparación del Lugar

1. El Concesionario deberá cortar prolijamente el pavimento o la acera a lo largo de los límites de la excavación propuesta de modo tal que esa superficie quede demarcada de manera limpia y prolija.

2. Cuando corresponda, se procederá a desbrozar y limpiar las superficies destinadas a la excavación

2.2.2 Destape de la capa vegetal superior

La capa vegetal superior se almacenará, si es necesario, como previsión de la reconstitución de las condiciones existentes en el lugar antes de la obra o se incorporará al material de excavación no clasificado.

2.2.3 Acopio

1. La acumulación o acopio de los materiales de relleno se realizará únicamente en las áreas aprobadas por el Supervisor de Obra.

2. El Concesionario deberá proteger los materiales de relleno de la contaminación.



2.2.4 Apuntalamiento y sostenimiento

1. El Concesionario deberá construir y mantener los trabajos temporales en cuanto a su profundidad, altura y ubicación, como lo indique o apruebe el Supervisor de Obra.
2. Durante la operación de relleno, el Concesionario deberá proceder de manera tal que no se abandone en ningún momento los sostenimientos, enmaderamientos, entibamientos y/o apuntalamientos de las excavaciones in situ.

2.2.5 Control de erosión, desagote y prevención de desplazamientos

El Concesionario deberá:

1. Basar su metodología y procedimiento de excavación a cielo abierto en métodos que no consistan exclusivamente en la depresión continua y sistemática de la capa de agua.
2. Proteger las excavaciones abiertas contra inundaciones o daños ocasionados por derrames desde la superficie.
3. Presentar para la aprobación del Supervisor de Obra los detalles correspondientes a los métodos propuestos para desagote y prevención de desplazamientos.

2.3 Excavaciones Generales a cielo abierto

La excavación deberá realizarse de acuerdo con los perfiles, taludes y niveles mostrados en los Planos de la Ingeniería de Detalle o como lo indique o apruebe el Supervisor de Obra. Los materiales excavados que no sean aprobados para su posterior uso en rellenos deberán ser retirados del sitio de las Obras por el Concesionario a los lugares que el mismo proveerá o a los que hayan sido indicados por el Contratante, de acuerdo con la ET 16 Evacuación y depósito del material excavado.

El Concesionario deberá proveer, instalar y mantener todos los sistemas de sostén que pudieran ser requeridos para los laterales de la excavación, según se muestre en los Planos de Construcción o como lo indique o apruebe el Supervisor de Obra.

También deberá mantener un sistema de bombeo u otro método aprobado de desagote o depresión de la capa freática que permita remover toda el agua que llegue a la excavación proveniente de cualquier fuente. Dicha agua deberá ser canalizada fuera del sitio de las obras, de acuerdo con la especificación ET 12 Desagote.

En todos los casos se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la compactación del lecho de apoyo.

Cuando el Supervisor de Obra lo determine, por razones de deterioro de la superficie prevista de fundación, se sobreexcavará hasta una profundidad mayor que la indicada.

El Concesionario deberá alejar dicho material al mismo ritmo que el de la ejecución de las excavaciones, de manera que en ningún momento se produzcan acumulaciones injustificadas. El Supervisor de Obra fijará el plazo para su alejamiento.



2.3.1 Excavaciones en zanja a cielo abierto para la instalación de cañerías y conductos

Consiste en la remoción manual o mecanizada a cielo abierto, de recintos canalizados, para desagote, instalación de cañerías o de conductos, de acuerdo con los taludes, perfiles y niveles indicados en los Planos de Construcción o como lo indique o apruebe el Supervisor de Obra. Incluye la remoción del material de cualquier naturaleza encontrado: suelos blandos, firmes, toscas, rellenos, materiales de construcción, y todas las obstrucciones que pudieran interferir con la ejecución y terminación del trabajo.

El fondo de las excavaciones en zanja tendrá la pendiente señalada en los Planos de Construcción o como lo indique o apruebe el Supervisor de Obra.

Las zanjas serán rectas en su trazado en planta y con la rasante uniforme. Cada 15 metros de avance se deberá controlar la profundidad y el ancho de la misma no admitiéndose desviaciones superiores a $\pm 10\%$ sobre lo especificado en los Planos de la Ingeniería de Detalle aprobados.

Cuando los Planos de la Ingeniería de Detalle aprobados lo indiquen, la excavación incluirá el espacio necesario para la colocación del lecho de apoyo previo a la instalación de la cañería correspondiente.

Durante la ejecución de los trabajos se cuidará de que el fondo de la excavación no se esponje o sufra hinchamiento y si ello no fuera posible, se compactará con medios adecuados hasta recuperar la densidad original.

En el caso de que el Concesionario suspendiera temporalmente la tarea en un frente de trabajo durante un lapso superior a 48 horas, deberá dejar la zanja con la cañería colocada perfectamente llena y compactada o cubierta con placas de acero pesado sujetas adecuadamente con abrazaderas y capaces de soportar tránsito de vehículos en aquellos lugares que lo requieran para no obstaculizar el tránsito de la obra.

2.3.2 Excavaciones de las áreas interiores a los muros colados

La construcción de los muros colados, la excavación de las áreas interiores a los muros colados y la estabilización del fondo de las estaciones y de los pozos, se realizarán de acuerdo con lo establecido en la especificación ET 20 Muros Colados.

2.4 Protección de las instalaciones y de los edificios existentes

2.4.1 Servicios y estructuras enterradas:

- 1) El Concesionario deberá gestionar ante los responsables u operadores de las instalaciones, según corresponda, las autorizaciones, acuerdos y requerimientos que correspondan, previo a la liberación de los trabajos por el Supervisor de Obra, en concordancia con lo establecido en la ET 33 Protección y reubicación de los servicios existentes.
- 2) Tal como se ha indicado en los planos del Proyecto de Referencia, los datos correspondientes de los servicios y estructuras existentes son meramente ilustrativos y servirán como guía. No se garantiza el alcance ni la exactitud de estos datos.



- 3) Antes de comenzar cualquier excavación, se deberá notificar al propietario o a las autoridades, si corresponde, y establecer la ubicación de las cañerías y estructuras enterradas.
- 4) El Concesionario deberá confirmar las ubicaciones de las instalaciones enterradas a través de cuidadosas excavaciones de prueba.
- 5) También deberá mantener y proteger contra daños, realizando los desvíos correspondientes cuando se requiera y de la manera que se haya sido aprobado por los propietarios, las instalaciones de agua, pluviales, cloaca, gas, energía eléctrica, teléfono y demás servicios y estructuras siguiendo las indicaciones correspondientes.
- 6) El Concesionario deberá obtener la aprobación final de los propietarios y deberá enviar copia al Supervisor de Obra antes de proceder a mover o interferir en las instalaciones o estructuras.
- 7) También deberá registrar la información correspondiente al mantenimiento de todas las instalaciones y conductos subterráneos desviados o abandonados.

2.4.2 Edificios e instalaciones de superficie

- 1) El Concesionario deberá realizar una inspección de los edificios existentes, árboles y plantas, tierras, vallados, postes de servicios, cables, puentes y pavimentos, puntos de referencia y monumentos que podrían resultar afectados por los trabajos.
- 2) El Concesionario deberá proteger los edificios y las instalaciones mencionadas en el ítem 2.4.2 1), que podrían resultar afectadas, de los daños eventuales y asentamientos que pudieran producirse durante la ejecución de los trabajos incluidos en esta especificación y proceder, de ser necesario, a la reparación de los mismos, respetando las normas vigentes en la ciudad de Lima.

2.5 Impacto en la ciudad– realización de las estaciones CUT & COVER con el método TOP DOWN

El Concesionario deberá gestionar las excavaciones minimizando el impacto en la superficie, y respetando las normas vigentes en la ciudad de Lima.

Para esta razón, como se muestra en los Planos del Proyecto de Referencia, el método de excavación de las estaciones en Cut & Cover elegido es el método Top-Down o método inverso que tiene la ventaja de limitar las afectaciones en las áreas urbanas.

Para la excavación de las estaciones con método Top-Down, en las cuales se realiza antes la loza superior y después se excava por debajo, el Concesionario aplicará los requerimientos de las excavaciones subterráneas detallados en la ET 31 Construcción y revestimiento de túneles excavados con técnica convencional.

El uso de excavación a cielo abierto tradicional no es recomendable y, en general, debe ser evitado.

En casos excepcionales, y para causas justificadas y documentadas, el Concesionario podrá proponer el uso de excavación a cielo abierto tradicional de las estaciones para la aprobación del Supervisor de Obra.



La propuesta del uso de excavación a cielo abierto tradicional por parte del Concesionario se presentará previa verificación por parte del mismo, de la compatibilidad de su uso en el caso específico con las exigencias de continuidad del tráfico, y los requerimientos de las Municipalidad.

Breve descripción del método Top-Down o método inverso.

Se construyen primero las paredes de las estaciones mediante muros colados o pilotes con la calle parcialmente cerrada.

Se ejecuta la losa superior contra el suelo, y apoyada en las paredes. Para reducir el impacto en la ciudad la losa superior se puede realizar en dos etapas.

Cuando la losa de superficie está terminada puede urbanizarse una parte de la superficie mientras, por debajo, continúan los trabajos. Para hacer esto, sobre la losa superior se rellenan las excavaciones, se restituye la vialidad y se restablece el tráfico local, afectando lo menos posible el entorno urbano.

Sólo queda cerrada al tráfico la zona en la losa superior donde se dejan unas aberturas (ventanas) para retirar el material excavado y para bajar el material necesario para la realización de las estructuras. El proceso de excavación continúa en forma subterránea y se vuelan las losas intermedias para posteriormente continuar la excavación en forma alternada hasta el nivel de losa de fondo. Las ventanas serán cerradas una vez se termine la construcción completa de la estación.

3 RELLENOS

3.1 Generalidades

El Concesionario efectuará rellenos y terraplenos en conformidad con la documentación contractual, según las modalidades indicadas en el ítem 2.1, a saber:

- Rellenos para asiento de pavimentos.
- Rellenos alrededor de estructuras de Hormigón.
- Rellenos de zanjas para cañerías y conductos (Reubicación de servicios existentes).
- Materiales de asiento de cañerías.
- Suelo Vegetal.

Los materiales deberán ser colocados hasta los perfiles, niveles y taludes indicados en los Planos de la Ingeniería de Detalle aprobados, o como lo indique o lo apruebe el Supervisor de Obra.

Todas las superficies sobre o contra las cuales se colocarán rellenos deberán ser preparadas de acuerdo al numeral 3.2 de esta especificación.

El material de relleno no deberá ser colocado si existe agua en el sitio a rellenar.

No se podrá iniciar las operaciones de relleno sin el consentimiento del Supervisor de Obra, según corresponda en cada caso.



Se deberá colocar el material de relleno en capas uniformes con una compactación hasta el grado especificado en 3.4. Se deberá compactar cada capa antes de colocar la siguiente.

Para relleno de los pozos que no tienen uso permanente, se utilizará material selecto de grano fino obtenido de las excavaciones, que deberá consistir de material libre de vegetación, material orgánico, desechos y cualquier otro material indeseable. Este material deberá tener un límite líquido inferior a 40 y un índice plástico inferior a 20 y deberá ser aprobado por el Supervisor de Obra como material selecto para fines de relleno en el momento en que se lo separa. El acopio transitorio de los materiales a ser evacuados se hará de acuerdo con la ET 16 Evacuación y depósito del material excavado.

El material de relleno deberá ser colocado en capas uniformes y compactado por medio de equipos de compactación. Las capas de relleno se colocarán de manera que una vez compactadas no tengan más de 25 cm de espesor.

2 En caso de que el material de relleno no tenga el contenido de humedad requerido, se le deberá agregar o quitar agua por medios autorizados hasta que el contenido de humedad sea apropiado.

3 Los requerimientos de compactación serán del 95% de la densidad Proctor modificado según norma AASHTO, que será definida mediante ensayos sistemáticos sobre los materiales que se aprueban.

3.2 Rellenos para asiento de pavimentos

El material de relleno para asiento de pavimentos deberá ser colocado en capas uniformes.

Las sucesivas capas de relleno se colocarán de manera que una vez compactadas no tengan más de 20 cm de espesor. El grado de compactación se indica en el numeral 3.4.

Durante la colocación del relleno éste deberá mezclarse para obtener uniformidad del material en cada capa, de manera que al compactarse provea un soporte uniforme en toda la capa.

Los materiales de relleno deberán llevarse al contenido óptimo de humedad por secado o humidificación previos a su colocación para asegurar el grado de compactación requerido.

Los rellenos bajo pavimento incluirán el perfilado y preparación final del terreno para la colocación del pavimento.

3.3 Relleno alrededor de estructuras de hormigón

El material de relleno alrededor de estructuras de hormigón no deberá ser colocado hasta que el hormigón no haya sido apropiadamente curado de acuerdo a los requerimientos de la ET 26 Concreto y haya adquirido la resistencia de diseño para soportar las cargas impuestas.

Tampoco se realizará el relleno hasta que la estructura haya sido inspeccionada y aprobada por el Supervisor de Obra.

Cuando la estructura deba transmitir esfuerzos laterales al suelo, el relleno se realizará en condiciones particulares que serán especificadas en el Plano de construcción que corresponda, o como lo indique o apruebe el Supervisor de Obra.



El material de relleno alrededor de las estructuras de hormigón deberá ser colocado en capas uniformes. Las sucesivas capas de relleno se colocarán de manera que una vez compactadas no tengan más de 30 cm de espesor. El grado de compactación se indica en el numeral 3.4.

Durante la colocación del relleno éste deberá mezclarse para obtener uniformidad del material en cada capa, de manera que al compactarse provea un soporte uniforme en toda la capa.

Los materiales de relleno deberán llevarse al contenido óptimo de humedad por secado o humidificación previos a su colocación para asegurar el grado de compactación requerido.

3.4 Rellenos de zanjas para cañerías y conductos

El material de relleno de zanjas para cañerías y conductos deberá ser colocado en capas uniformes. Las sucesivas capas de relleno se colocarán con el grado de compactación que se indica en el numeral 3.4 o como se señale en los Planos de Construcción o según lo indique o apruebe el Supervisor de Obra.

Durante la colocación del relleno éste deberá mezclarse para obtener uniformidad del material en cada capa, de manera que al compactarse provea un soporte uniforme en toda la capa.

Los materiales de relleno deberán llevarse al contenido óptimo de humedad por secado o humidificación previos a su colocación para asegurar el grado de compactación requerido.

La zona de caño es la parte de la zanja ubicada entre un plano horizontal ubicado 10 cm por debajo de la superficie inferior del caño, es decir, la rasante de la zanja, y el plano horizontal que pasa por un punto situado a 15 cm por encima de la superficie superior del caño. El lecho de apoyo para los caños de comportamiento flexible es la parte de material de relleno para la zona de caño que se encuentra entre la rasante de la zanja y la parte inferior del caño. El lecho de apoyo para los caños de comportamiento rígido es la parte de material de relleno para la zona de caño que está entre la rasante de la zanja y la línea de nivel que varía entre la parte inferior del caño y la línea cortada con hilo tensado, como se indique en función del ángulo de apoyo. El material de relleno de la zona de caño será colocado y compactado de manera tal que provea asiento uniforme y soporte lateral a la cañería.

En los Planos de la Ingeniería de Detalle, se indicarán aquellas cañerías que necesitan de lecho de apoyo con material diferenciado. En ningún caso las cañerías podrán instalarse de forma tal que el contacto o apoyo sea puntual o una línea de soporte. El lecho de apoyo tiene por misión asegurar una distribución uniforme de las presiones exteriores sobre la conducción.

Para tuberías con protección exterior, el material del lecho de apoyo y la ejecución de éste deberá ser tal que el recubrimiento protector no sufra daños.

La tubería no podrá colocarse en zonas de agua circulante, para evitar el lavado y transporte del material constituyente del lecho.

Después de la compactación del lecho de apoyo a la densidad requerida, el Concesionario realizará el recorte final utilizando una línea de hilo tensado para establecer la inclinación, de modo que, desde el momento en que se lo tienda por primera vez, cada tramo del caño esté continuamente en contacto con el lecho de apoyo a lo largo de la parte inferior extrema del caño. Las excavaciones de nichos para las uniones espiga y enchufe y soldaduras de caños se realizarán según se requieran. Se rellenará la zona de caño con el material de relleno



especificado en los Planos de Construcción o como lo indique o apruebe el Supervisor de Obra. El Concesionario tomará las precauciones necesarias para evitar daños al revestimiento de los caños, uniones catódicas o al caño mismo durante las operaciones de instalación y relleno.

Una vez colocado el relleno en la zona de caño en la forma indicada, y drenado por completo todo excedente de agua de la zanja, se procederá a rellenar la zona de zanja. La zona de zanja es la parte del corte transversal ubicada entre un plano a 15 cm por encima de la superficie superior del caño y el plano horizontal que se encuentra a 45 cm por debajo de la superficie terminada o, si la zanja se encuentra debajo de pavimento, 45 cm por debajo de la rasante del mismo.

Se considera relleno final al colocado en los 45 cm superiores de la zanja.

3.5 Materiales para rellenos

A. Generalidades

Se podrá utilizar para rellenos material selecto obtenido de las excavaciones, material importado o material sin clasificación. El Concesionario deberá proveer material importado en exceso de las cantidades aprobadas obtenidas de la excavación, en la cantidad que sea necesaria para completar los trabajos de relleno y terrapienes de las obras.

El Concesionario proveerá y colocará los materiales para rellenos en conformidad con esta especificación, de acuerdo con los siguientes rubros:

- Rellenos para asiento de pavimentos.
- Rellenos alrededor de estructuras de Hormigón.
- Rellenos de zanjas para cañerías y conductos (Reubicación de servicios existentes).
- Materiales de asiento de cañerías.
- Suelo Vegetal.

B. Rellenos para asiento de pavimentos

El material selecto para asiento de pavimentos deberá consistir básicamente de material obtenido en las excavaciones o importado de canteras previamente aprobadas, y que se encuentre libre de vegetación, material orgánico, desechos, escombros, material indeseable y libre de partículas que tengan más de 10 cm de diámetro. Este material deberá también tener un límite líquido menor que 35 y un Índice Plástico menor que 15, y luego de los ensayos indicados deberá ser aprobado como material selecto para relleno para asiento de pavimentos por el Supervisor de Obra.

El material para asiento de pavimentos no deberá sufrir variaciones volumétricas apreciables por acción de la humedad y de los factores climáticos.

C. Rellenos alrededor de estructuras de hormigón

El material selecto para rellenos alrededor de estructuras de hormigón deberá consistir básicamente de material obtenido de las excavaciones o importado de canteras previamente



aprobadas, y que se encuentre libre de vegetación, material orgánico, desechos, escombros, material indeseable y libre de partículas que tengan más de 10 cm de diámetro.

Este material deberá también tener un límite líquido menor que 50 y un Índice Plástico menor que 20; y luego de los ensayos indicados, deberá ser aprobado como material selecto para relleno alrededor de estructuras de hormigón, por el Supervisor de Obra.

D. Rellenos de zanjas para cañerías y conductos

Cuando se trate de zanjas realizadas en materiales de fundación previamente aprobados, los materiales de la excavación serán aprobados como rellenos de zanjas para cañerías y conductos si no presentan indicios de contaminación o modificaciones de humedad y cumplen con los requisitos establecidos para su colocación y compactación. Cuando se trate de zanjas realizadas en suelos naturales no identificados se realizarán los ensayos indicados, los que serán aprobados si cumplen con las características de los suelos indicadas en el punto "Rellenos alrededor de estructuras de hormigón" o como indique o apruebe el Supervisor de Obra.

E Materiales de asiento de cañerías

Cuando se especifique expresamente en los Planos de la Ingeniería de Detalle, el material de lecho de apoyo que actuará como asiento de cañerías será arena o grava seleccionada por granulometría y deberá estar compuesta de partículas pétreas sanas, duras, tenaces, durables, redondeadas y no foliadas, libres de materia vegetal y elementos agresivos al hormigón y al hierro.

F. Capa superior vegetal

Se considera capa superior vegetal al suelo orgánico para recubrimiento de rellenos y superficies en contacto con hormigón.

3.6 Ensayos de materiales para rellenos

A. Para los materiales provenientes de las excavaciones o importados que puedan ser aprobados como rellenos, se requerirá que se encuentren libres de materia vegetal, elementos agresivos al hierro u hormigón, o exceso de humedad, y cumplan con los requisitos indicados en el ítem 2.1 de esta especificación. Para su aprobación el Concesionario deberá realizar ensayos previos, con una frecuencia mínima de uno cada 500 m³ o como apruebe o indique el Supervisor de Obra.

B. El Concesionario deberá proporcionar a su cargo las muestras con los ensayos representativos necesarios de todos los materiales que se propone utilizar tal como lo requiera el Supervisor de Obra. Deberá proporcionar todos los equipos y materiales necesarios para permitir la investigación y el muestreo adecuados y comunicar al Supervisor de Obra, con una anticipación de cuatro (4) semanas como mínimo, la utilización de determinado material, otorgando el tiempo suficiente para el muestreo y las pruebas.

C. La aceptación final de los materiales de relleno sólo podrá realizarse una vez que el material haya sido colocado, esparcido y compactado en el lugar de la obra. El Supervisor de Obra podrá rechazar el material en el vehículo que lo transporta o en el lugar de trabajo. El Concesionario se hará cargo de los gastos que surjan del rechazo y devolución del material.



D Los ensayos a realizar para la aprobación de suelos de las excavaciones o importados para su uso como rellenos serán los siguientes:

- Humedad Natural
- Límites de Atterberg
- Granulometría pasa tamiz 200
- Clasificación Unificada
- Peso Unitario Seco y Natural
- Determinación de humedad óptima y densidad máxima de compactación (Proctor Standard T-99)

El Concesionario deberá considerar como parte de los trabajos de colocación de relleno compactado todos los ensayos de verificación de las condiciones de compactación previstos a razón de uno cada 500 m³ o como apruebe o indique el Supervisor de Obra.

Para ello se realizará como mínimo en cada sitio de obra dos pruebas de densidad in situ mediante el método de la hincada estática de un cilindro de volumen conocido. En caso de rechazo el Concesionario deberá remediar la situación a su cargo, removiendo el material y compactándolo nuevamente bajo las condiciones de humedad y densidad requeridas.

3.7 Métodos y grados de compactación de los rellenos

3.7.1 Generalidades

Los rellenos se compactarán de acuerdo con uno o varios de los métodos indicados en esta especificación, de acuerdo con la naturaleza del relleno, el grado de compactación a alcanzar y el equipo que se empleará. Las tareas de colocación de rellenos incluirán en su alcance todos los ensayos de verificación que corresponda realizar de acuerdo con el punto 3.6.C de esta especificación.

El Concesionario deberá realizar a su cargo todos los ensayos geotécnicos necesarios para la definición de los trabajos de relleno.

- ensayos previos para definición del método de compactación.
- ensayos de control durante la ejecución.

Un programa de ensayos será presentado a la aprobación del Supervisor de Obra antes del inicio de las operaciones de excavación y relleno.

Sólo se permitirá el empleo de otros métodos de compactación si el Supervisor de Obra lo autoriza expresamente.

La autorización dada por el Supervisor de Obra para el empleo de un determinado método de compactación no implicará disminución alguna en la responsabilidad del Concesionario, la que continuará siendo plena por los resultados obtenidos y por los posibles daños producidos a terceros o a la obra que se construye.



En el momento de efectuarse la compactación el contenido de humedad del material de relleno será tal que el grado de compactación especificado pueda ser obtenido y el relleno resulte firme y resistente. El material de relleno que contenga exceso o defecto de humedad, no será compactado hasta que el mismo se normalice permitiendo obtener la compactación especificada.

Durante la operación de relleno, el Supervisor de Obra podrá solicitar al Concesionario con cargo al mismo, que realice las pruebas de control de densidad y demás pruebas que considere necesarias para el control de la construcción, incluyendo la instalación de piezómetros, medidores de presión y demás aparatos para medir y observar la operación de relleno. El Concesionario deberá realizar estos trabajos y reemplazar, haciéndose cargo de los costos, los aparatos que resulten dañados como consecuencia de la construcción. No se podrán efectuar reclamos por demoras en la construcción a consecuencia de las instalaciones o pruebas de campo.

3.7.2 Procedimiento de compactación

Los métodos de compactación a emplear serán:

- Compactación Mecánica: empleando equipos estáticos o dinámicos.
- Compactación Manual: empleando pisonos de tamaño y peso adecuados o Placas Vibratoria Compactadoras

En la compactación del relleno de zanjas para cañerías sólo podrá emplearse compactación manual dentro de la zona de caño y hasta 0.15 m por encima de la misma. Por encima de ese nivel, podrá emplearse compactación mecánica.

Grado de compactación requerido

En todos los casos se deberá obtener un mínimo de dos puntos por debajo del grado de compactación indicado en la tabla que sigue y un promedio entre el valor que en ella se indica y la compactación máxima obtenida con la prueba Proctor modificada según norma AASHTO:

- 1) Zona de asiento para cañerías flexibles 95%
- 2) Zona de asiento para cañerías rígidas 95%
- 3) Rellenos sobre el techo de estructuras subterráneas 90%
- 4) Rellenos bajo pavimentos 98%
- 5) Rellenos alrededor de las estructuras de hormigón 95%



4 RESTAURACIÓN DE LOS SITIOS DE OBRA

- 1 Después de finalizado el trabajo, se deberá retirar el material sobrante y los escombros, emparejar el terreno y corregir los defectos según lo disponga el Supervisor de Obra
- 2 El Concesionario deberá limpiar y acondicionar las áreas afectadas por el trabajo según lo disponga el Supervisor de Obra.
- 3 El Concesionario volverá a instalar todos los servicios volviéndolos a sus condiciones originales a satisfacción de los Responsables de los mismos y del Supervisor de Obra.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 1 Especificaciones Técnicas Prestacionales ET 2 Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega ET 05 Protección del medio ambiente, ET 6 Higiene y seguridad en el trabajo ET 07 Monitoreo, ET 08 Servicios topográficos a realizar por el concesionario, ET 16 Evacuación y depósito del material excavado, ET 26 Concreto, ET 30 Construcción y revestimiento de túneles excavado con TBM ET 31 Construcción y revestimiento de túneles excavado con técnica convencional ET 33 Protección y reubicación de los servicios existentes



ANEXO 6– ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.18 – Mejoramiento del suelo



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	REFERENCIAS.....	3
1.2	GENERAL.....	3
1.3	GARANTÍA DE CALIDAD.....	5
1.4	DEFINICIONES.....	5
1.5	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR.....	6
1.5.1	Antes del inicio de las actividades.....	6
1.5.2	Después de la ejecución de los tratamientos.....	8
2	PRODUCTOS	8
2.1	MATERIALES.....	8
2.2	EQUIPOS.....	8
3	EJECUCIÓN	9
3.1	SECTORES DE DEMOSTRACIÓN.....	9
3.2	EVALUACIÓN Y APROBACIÓN DE LOS MÉTODOS DE INYECCIÓN DE DEMOSTRACIÓN.....	10
3.3	INYECCIONES DE TRATAMIENTO DE MEJORA DEL SUELO.....	10
3.4	LIMPIEZA Y REPOSICIÓN.....	11
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	11



1 GENERALIDADES

Los Trabajos incluidos en esta especificación comprenden la provisión, instalación, operación, mantenimiento y control de todos los equipos y materiales, y el personal necesario para ejecutar trabajos de mejoramiento y/o consolidación y/o impermeabilización del suelo con inyecciones de mortero de cemento o de otro tipo, previos al paso de la tuneladora, o durante el paso de la misma o donde se indique en los planos de los Estudios Definitivos elaborados por el Concesionario, y aprobados por el Supervisor de Obra.

El Concesionario deberá excavar los túneles, las estaciones y los pozos sin sobrepasar los asentamientos máximos admisibles establecidos en los documentos de su Propuesta técnica y detallados en los documentos de los Estudios Definitivos, es decir la Ingeniería Básica previa al comienzo de las Obras, y la Ingeniería de Detalle, presentados por el Concesionario y aprobados para el Supervisor de Obra. Para ello, en los mismos documentos referidos, y en función de su metodología de excavación, el Concesionario deberá indicar los tratamientos que considere necesarios y los lugares en que serán aplicados para no superar las deformaciones límites establecidas para no dañar los bienes de superficie y las estructuras enterradas existentes en las trazas. Los métodos elegidos de mejoramiento del suelo son de exclusiva responsabilidad del Concesionario.

1.1 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que, como mínimo, se cumpla con todo con lo dispuesto en las presentes Especificaciones. A continuación se indican las normas de referencia.

- BS EN 12715 Execution of special geotechnical work - grouting
- DIN 4093 (1987): Ground treatment by grouting; planning, procedure and testing.
- DIN 18130 (1998): Soil analysis laboratory tests for determining the coefficient of permeability of soil
- DIN 18136 (1996): Soil - Investigation and testing - Unconfined compression test.

En el caso de trabajos de mejoramiento del suelo propuestos para el Concesionario no cubiertos por las normas mencionadas anteriormente, se hará referencia a normas peruanas y/o extranjeras, emitidas por organizaciones internacionales reconocidas, entre ellas las indicadas en la ET 01, las que deberán ser propuestas por el Concesionario y aprobadas por el Supervisor de Obra.

1.2 GENERAL

En esta especificación se describen algunos métodos de inyección posibles para tratamiento del suelo durante la construcción de los túneles y de otras obras

Dada la característica urbana de las obras a construir esta especificación hace referencia particular a las inyecciones con finalidad de controlar el desplazamiento del suelo. Sin que esta



indicación sea limitativa, se consideran también inyecciones que pueden hacerse con otros fines, como mejora de las características de resistencia del suelo y/o impermeabilización.

- A. Los valores admisibles de asentamiento del suelo en superficie y bajo estructuras existentes deberán ser establecidos previamente a la ejecución de las obras de construcción de los túneles y de otras obras, por el Concesionario y aprobados para el Supervisor de Obra. Las deformaciones límites serán establecidas para no dañar los bienes de superficie y las estructuras enterradas existentes en las trazas.
- B. Las inyecciones de tratamiento del suelo se harán en los lugares y en la medida que el Concesionario las considere necesarias para no superar los límites de asentamientos admitidos, o para mejorar las características de los suelos donde sea necesario. En cualquier caso de tratamiento del suelo, el procedimiento se realizará en dos etapas: 1. tratamiento de demostración; y 2. Tratamiento del suelo propiamente dicho a lo largo de la traza. En los planos de la Ingeniería de Detalle se indicarán los sectores para tratamiento de demostración y los sectores de tratamiento del suelo a lo largo de la traza previstos.
- C. Especificación de Demostración. El Concesionario demostrará, mediante programas de ensayo en obra a escala completa, la idoneidad de los métodos, equipos y técnicas de tratamiento propuestos para mejorar el suelo. Dichas demostraciones se realizarán en los sectores que serán demarcados en los planos de la Ingeniería de Detalle a elaborar por el Concesionario, sujetos a la aprobación del Supervisor de Obra. Con respecto al sentido de avance de la tuneladora, las secciones de demostración deberán ser anteriores a las secciones que requieren tratamiento del suelo.
- D. Aprobación de los métodos de tratamiento. Los métodos probados en los sectores de demostración respectivos requieren la evaluación y aprobación del Supervisor de Obra antes de utilizarse en los sectores de tratamiento del suelo a lo largo de la traza.
- E. Tratamiento del suelo a lo largo de la traza. Los métodos de tratamiento del suelo aprobados y demostrados con éxito en los sectores de demostración se utilizarán en los sectores a lo largo de la traza donde se haya previsto el tratamiento de mejora del suelo.
- F. Elección de los Métodos de tratamiento. Corre por cuenta del Concesionario determinar los métodos de tratamiento adecuados, el momento de la aplicación, la disposición y espaciamiento de las perforaciones de tratamiento, y determinar la mezcla o materiales a utilizar sobre la base de la información geotécnica que se incluye en los Documentos Contractuales y el adicional que el Concesionario obtendrá por sus propios medios, y de acuerdo con lo requerido en esta especificación.
- G. Asentamientos y Control. El Concesionario controlará los asentamientos y desplazamientos del suelo de acuerdo con la ET 07 "Monitoreo".
- H. Tratamiento del suelo no previsto. Durante la ejecución de las obras las cantidades y las técnicas de tratamiento podrán ser adaptadas o modificadas en función de la experiencia que se haya ganado y el mayor conocimiento que se tenga sobre las condiciones geotécnicas del terreno. El Concesionario deberá prever la necesidad de adaptación de sus técnicas y eventualmente también de sus equipos, de manera que pueda ejecutar sin demora cualquier operación de tratamiento bajo condiciones distintas a las asumidas o como sea requerido oportunamente por la Supervisión de Obras.



- I. Corre por cuenta del Concesionario ejecutar donde se requieran tratamientos adicionales del suelo en la traza al momento de la excavación de las estaciones, o del paso de la tuneladora, no previstas en el la Ingeniería de Detalle, para controlar el asentamiento de calles, vías, estructuras y servicios públicos o para otras finalidades que revelen carácter de necesidad durante la ejecución de las obras, de acuerdo con las indicaciones de la Supervisión de Obras.

1.3 GARANTÍA DE CALIDAD.

- A. **Requisitos.** Los trabajos detallados en esta especificación serán realizados por una persona física o jurídica de reconocido prestigio (o, si fuera recientemente constituida, cuyo personal acredite antecedentes similares en la especialidad), dedicada habitualmente a realizar trabajos de tratamiento para mejorar el suelo en obras de construcción de túneles y obras subterráneas en entorno urbano, y con personal estable y capacitado para este fin.
- B. Los inspectores de trabajos de tratamiento para mejorar el suelo y el personal asignado al proyecto tendrán experiencia en la inspección de tratamientos de suelos y en el proyecto de tratamientos de suelos similares.

1.4 DEFINICIONES

- A. **Sectores de Demostración.** Dichos sectores se indicarán en los planos de la Ingeniería de Detalle elaborados por el Concesionario. En estos sectores el Concesionario deberá demostrar que su propuesta para la disposición de las perforaciones para tratamiento, de las profundidades de las perforaciones de tratamiento, espaciamiento, tamaño de los orificios, mezcla utilizada, y método de tratamiento en general son adecuados para las condiciones del subsuelo encontradas en los diversos sectores de la traza, y que dichos métodos proveerán a las estructuras el nivel de protección definido por los asentamientos máximos admisibles indicados en los documentos presentados por el Concesionario y aprobados por el Supervisor de Obra.
- B. **Sectores de tratamiento del suelo a lo largo de la traza.** El Concesionario indicará todos los lugares en los que realizará tratamientos del suelo, previos a la excavación de las estaciones, de los pozos, al paso de la tuneladora, y la finalidad del tratamiento, con referencia particular a los tratamientos necesarios para no sobrepasar los niveles de asentamiento-levantamiento admisibles y no dañar los bienes de superficie y estructuras enterradas existentes.
- C. **Inyecciones de Compactación.** Mezcla compuesta por un árido fino de bajo nivel de asentamiento (arena limosa) con agua, que se bombea a través de caños de inyección instalados en forma vertical o con pequeña inclinación sobre la traza del túnel (1 a 2 metros por sobre el coronamiento), creando un bulbo de material densificado al compactar el suelo que rodea los extremos de inyección del caño.
- D. **Inyecciones de Compensación.** Lechada de cemento de alto nivel de asentamiento, de baja resistencia, de fraguado rápido, que se bombea a alta presión debajo de estructuras, a través de caños de inyección instalados en perforaciones preferentemente horizontales, aunque también pueden ser inclinadas, para contrarrestar la acción de asentamiento de la



estructura llenando el (los) vacío(s) situado(s) debajo de la estructura y/o levantando la estructura, mientras se excava el túnel debajo de la misma.

- E. **Inyecciones Químicas.** Técnica de aplicación de la inyección controlada, a través de caños, de productos químicos con el objeto de infiltrar el subsuelo y solidificar los suelos circundantes hasta formar una masa cohesionada. La mezcla consiste en una combinación de solución de base, generalmente silicato de sodio, y un componente reactivo, que hace que el mortero, una vez inyectado, se gelifique hasta llegar a un estado semisólido dentro de un tiempo previsto y controlado.
- F. **Inyección a Chorro trifluido (Jet Grouting trifluido):** Proceso para formar "suelocreto" (suelo + concreto) in situ con una mezcla de mortero estabilizante, entregada a presión mediante uno o varios picos de inyección situados al final de un monitor (caño de perforación trifásico con fluido, diseñado para entregar los tres elementos del proceso de inyección a chorro trifluido: aire, agua y mortero) insertado en una perforación. El suelo se crea rotando y levantando el monitor definido más adelante, a velocidades bajas, parejas y constantes, cortando el suelo con agua y aire a presión mientras se alimenta con un mortero especialmente preparado por la base del monitor, para lograr un mezclado más completo y una geometría y calidad consistente y continua.
- G. **Pilotes de suelo cemento (Soil mixing):** Proceso para formar in situ una mezcla de suelo cemento sin ejercer presión durante el proceso, sobre la masa de suelo colindante.

1.5 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

1.5.1 Antes del inicio de las actividades

Con antelación suficiente al inicio de los trabajos de tratamiento de los suelos, compatible con los tiempos requeridos según la metodología propuesta y con los plazos establecidos en la ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", el Concesionario presentará lo siguiente:

- A. **Antecedentes.** Los antecedentes de la empresa y del personal asignado al proyecto, que tendrá a su cargo la planificación e implementación del programa de tratamiento del suelo.
- B. **La Especificación Técnica** detallada bajo la cual propone realizar los tratamientos de suelo.
- C. **Plan para los Sectores de Demostración.** El Concesionario presentará un Plan para los Sectores de Demostración, que contenga como mínimo lo siguiente:
 - 1. Descripción general del proceso de tratamiento del suelo en el sector de demostración de cada ubicación, que incluya por lo menos el procedimiento y cronograma para la evaluación de los datos de control, tiempo de respuesta, temporización de la aplicación del material de tratamiento con respecto al avance de las obras, ubicación de puntos de tratamiento, equipo de tratamiento, mezcla y materiales propuestos, procedimientos de mezclado y suministro por tandas, sistemas y procedimientos de comunicación, presiones y volumen previstos, y criterios para detener el tratamiento.
 - 2. Descripción detallada del procedimiento que empleará el Concesionario para las perforaciones. Se aportará información sobre los métodos, materiales y equipos de perforación; disposición de los orificios; tipo, tamaño y profundidad de oncamisado; programa de perforación indicando a qué distancia delante del frente de excavación en



túnel se instalarán los caños de inyección, y cualquier otro dato que indique el procedimiento a utilizar.

3. Descripción detallada del espaciamiento variable de los caños de inyección, profundidades y disposiciones, que utilizará el Concesionario en el sector de demostración para acreditar la viabilidad y eficacia del método que propuso.
 4. Descripción de los equipos y métodos a utilizar para determinar las ubicaciones del extremo inferior de los caños de inyección a instalar.
 5. Descripción de los equipos y métodos a utilizar para determinar los resultados de los tratamientos propuestos, con referencia a la normativa listada en el punto 1.1 de la presente especificación
- D. Plan de tratamiento del suelo. En el plazo de 30 días a partir de la finalización del sector de demostración, el Concesionario presentará el Plan de tratamiento del suelo, que debe contener como mínimo lo siguiente:
1. Descripción general del proceso de tratamiento del suelo y su finalidad, con referencia en particular al control del desplazamiento del suelo y de las estructuras dentro de los niveles definidos en la Ingeniería desarrollada por el Concesionario, que incluya por lo menos:
 - el procedimiento y cronograma para la evaluación de los datos de control obtenidos de la instrumentación de auscultación,
 - el tiempo de respuesta,
 - la temporización de la aplicación del material de inyección con respecto al avance de la excavación del subsuelo,
 - la ubicación de puntos de tratamiento,
 - el equipo de tratamiento,
 - las mezclas de tratamiento y materiales propuestos,
 - el procedimientos de mezclado y suministro por tandas,
 - el sistemas y los procedimientos de comunicación,
 - las presiones, las velocidades y los volúmenes previstos,
 - los criterios para detener el tratamiento.
 2. Descripción detallada del procedimiento que empleará el Concesionario para las perforaciones. Se aportará información sobre los métodos, materiales y equipos de perforación: disposición de los orificios de inyección; tipo, tamaño y profundidad de encamisado; programa de perforación indicando a qué distancia delante del frente de excavación en túnel se instalarán los caños de inyección, o cualquier otro dato que indique el procedimiento a utilizar.
 3. Plan de disponibilidad de personal para la movilización, operación y mantenimiento del equipo de inyección durante las operaciones de excavación del túnel.
 4. Antecedentes, certificaciones, etapas, secuencias de trabajos, etc. según lo necesario para aportar una descripción completa de los trabajos.



5. Resultados de las demostraciones de inyección realizadas, con las modificaciones del suelo obtenidas, incluyendo los datos de las perforaciones Geotécnicas para el Sector de Demostración 1, y los datos registrados por la Instrumentación de Auscultación en los Sectores de Demostración 1 y 2, (ver 3.1 y 3.2).
 6. Procedimientos y criterios de inyección corregidos, si hubiera, que hayan cambiado como consecuencia de lo actuado en los sectores de demostración
- E. El Concesionario deberá demostrar en sus presentaciones la compatibilidad de los productos empleados con la normativa ambiental peruana y con los requerimientos de la ET 05 Protección del medio ambiente.

1.5.2 Después de la ejecución de los tratamientos:

Boletines de campo que contengan la descripción de los tipos de tratamientos realizados, los datos geométricos de las perforaciones (relevamiento de las coordenadas de las perforaciones, profundidad/longitud, espaciamiento) y el consumo de material para cada perforación.

Registro de los parámetros principales como presión, velocidad y flujo de los fluidos empleados, y otras características específicas del tratamiento.

Informe de tratamiento que resume los datos principales de la ejecución del tratamiento, las pruebas y los ensayos realizados (métodos, estándar de referencia, y resultados) y confirmación del cumplimiento del tratamiento realizado con el tratamiento requerido en el proyecto.

2 PRODUCTOS

2.1 MATERIALES

Todos los materiales necesarios para la inyección serán diseñados y provistos por el Concesionario, de acuerdo con la documentación presentada por el Concesionario y aprobada por el Supervisor de Obra.

2.2 EQUIPOS

- A. Todos los equipos serán seleccionados y provistos por el Concesionario, debiendo ser compatibles con los métodos de inyección propuestos.
- B. Las unidades de bombeo deberán ser capaces de entregar los materiales de inyección en forma continuada de acuerdo al volumen y presión requeridos.
- C. Se proveerán equipos de medición para calcular el volumen de material inyectado en cada punto de inyección.
- D. Se proveerán manómetros en la bomba y en la toma del caño de inyección situado en la parte superior del orificio de inyección.



3 EJECUCIÓN

Las inyecciones en los sectores indicados en los planos de la Ingeniería de Detalle elaborados por el Concesionario se cumplirán por etapas, lo que puede requerir operaciones de inyección *en forma discontinua*. El Concesionario deberá tomar en cuenta el numeral 3.2 "Evaluación y Aprobación de los Métodos de Inyección de Demostración". Se requiere como mínimo un sector de demostración para cada una de las zonas de inyección con tratamiento de mejora del suelo.

3.1 SECTORES DE DEMOSTRACIÓN

- A. El Concesionario presentará un Plan para los Sectores de Demostración según el numeral 1.5 C precedente.
- B. Se realizarán operaciones de tratamiento en las áreas designadas como "Sector de Demostración" en todos los lugares con técnicas diferenciadas de tratamiento del suelo y/o con diferentes condiciones del suelo, que hayan sido propuestas por el Concesionario. Se demostrará que los métodos propuestos funcionarán adecuadamente para las condiciones del suelo en el cruce en consideración.
- C. Se ejecutará un programa de demostraciones de acuerdo con los procedimientos presentados según el numeral 1.4 B precedente y aprobados por el Supervisor de Obra. Se terminará cada sector de demostración con anticipación suficiente al avance del túnel, para permitir la evaluación y aprobación de los métodos según lo delineado en la presente.
- D. Según lo permita el método elegido para la inyección propuesta y aprobada, se registrarán los orificios de inyección como perforaciones Geotécnicas, para asegurar que el suelo propuesto que se está inyectando concuerde con las hipótesis adoptadas en el Plan del Concesionario para Inyecciones de Demostración. Si el suelo es significativamente distinto del adoptado como hipótesis, el Concesionario notificará al Supervisor de Obra si los métodos de inyección propuestos requieren modificación. De ser necesarias dichas modificaciones, el Concesionario presentará los cambios para su aprobación.
- E. El sector de demostración consistirá como mínimo de dos ciclos de disposiciones de orificios de inyección, instalados a la misma cota y con el mismo ancho que los orificios propuestos de inyección para la producción.
- F. Una vez demostrada la inyección, y antes de comenzar la inyección para la mejora del suelo, se evaluará la etapa en la forma descrita más adelante, de conformidad con el numeral 3.2.
 - a) Se realizarán dos perforaciones Geotécnicas con muestreo del núcleo en forma continuada a través del área inyectada. El Supervisor de Obra determinará los lugares de ubicación de las perforaciones Geotécnicas.
 - b) Se excavará el túnel a través del área de demostración, y se verificará la respuesta de la instrumentación de Auscultación
- G. Requisitos adicionales para los asentímetros en los Sectores de Demostración: A fin de evaluar los métodos de tratamiento, cada asentímetro instalado en los Sectores de Demostración tendrá, además de los puntos de lectura que indican los planos de la Ingeniería de Detalle, un punto adicional situado encima del coronamiento del túnel, a una



distancia igual a la distancia existente entre la base de la estructura que se controla y el coronamiento del túnel.

- H. Se presentará el Plan de tratamiento del suelo según lo indicado en esta Especificación Técnica – ítem 1.5 D.

3.2 EVALUACIÓN Y APROBACIÓN DE LOS MÉTODOS DE INYECCIÓN DE DEMOSTRACIÓN

A. Evaluación del método de tratamiento utilizado en los Sectores de Demostración: Se realizará en tres etapas. Las Etapas 1 y 2 se realizarán de inmediato durante y después de la inyección, y la Etapa 3 inmediatamente después de ser excavado el túnel a través del sector. A continuación se describen dichas etapas y sus criterios de aprobación

- a) La evaluación de la Etapa 1 consistirá en controlar la instrumentación de auscultación. Los puntos de lectura de los asentímetros situados encima del túnel y en las áreas de inyección de demostración no deberán medir desplazamiento alguno (de levantamiento o asentamiento) durante la inyección de mortero.
- b) La evaluación de la Etapa 2 consistirá en realizar el muestreo geotécnico descrito en 3.1.F.a. La masa de suelo inyectada deberá presentar continuidad con las zonas no inyectadas. La inyección de tratamiento de mejora del suelo podrá comenzar sólo cuando hayan finalizado con éxito las Etapas 1 y 2, y el Supervisor de Obra haya aprobado el plan de inyecciones de mejora del suelo.
- c) La evaluación de la Etapa 3 se basa en los datos de control de los Instrumentos de Auscultación una vez terminada la excavación del túnel a través del sector de demostración. Los puntos de extensómetros situados encima del túnel en este sector de inyecciones de demostración no deberán medir desplazamiento alguno durante la excavación del túnel.

En caso de registrarse desplazamiento, el Concesionario propondrá modificaciones a la excavación del túnel, o la realización de inyecciones adicionales. No se permitirá la excavación del túnel por debajo de la estructura bajo tratamiento hasta que los cambios y/o modificaciones propuestos hayan sido aprobados por el Supervisor de Obra e implementados.

3.3 INYECCIONES DE TRATAMIENTO DE MEJORA DEL SUELO

- A. Las inyecciones de tratamiento de mejora del suelo sólo podrán comenzar una vez que se hayan finalizado con éxito los sectores de demostración en la forma descrita precedentemente en 3.2, y los Planes de Inyección hayan sido presentados al Supervisor de Obra y aprobados por éste.
- B. Las inyecciones de tratamiento de mejora del suelo se realizarán en los sectores indicados en los planos de la Ingeniería de Detalle, empleando los métodos presentados y aprobados para cada ubicación.
- C. Según lo permita el método elegido para la inyección, se realizarán los orificios de inyección como perforaciones Geotécnicas, para asegurar que el suelo que se está inyectando concuerde con las hipótesis adoptadas en el Plan del Concesionario para Inyecciones de Demostración. Si el suelo es significativamente distinto del adoptado como



hipótesis, el Concesionario notificará al Supervisor de Obra si los métodos de inyección propuestos requieren modificación. De ser necesarias dichas modificaciones, el Concesionario presentará los cambios para su aprobación.

- D. Las inyecciones cesarán de inmediato si los asentímetros adyacentes al lugar registran cualquier desplazamiento.
- E. Al final de cada día en que se realicen inyecciones de tratamiento de mejora del suelo, se presentarán registros detallados de las inyecciones realizadas.

3.4 LIMPIEZA Y REPOSICIÓN

Se procederá a limpiar y reponer todas las instalaciones de servicio, calles, pavimentos, y toda instalación superficial o subterránea afectada por los trabajos en virtud de esta Especificación Técnica, para restituir las condiciones en las que se encontraban antes de los trabajos.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 Especificaciones Técnicas Prestacionales, ET 02 Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega, ET 05 Protección del medio ambiente, ET 07 Monitoreo, ET 30 Construcción y revestimiento de túneles excavados con TBM, ET 31 Construcción y revestimiento de túneles excavados con técnica convencional



ANEXO 03 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.19 – Micropilotes y Soldier Piles



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	DEFINICIÓN	3
1.3	CONDICIONES DEL SUBSUELO	4
1.4	DOCUMENTACION MÍNIMA A PRESENTAR	4
1.4.1	ANTES DEL INICIO DE LAS ACTIVIDADES	4
1.4.2	DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	5
1.4.3	DESPUÉS TERMINACIÓN DE LAS OBRAS	5
1.5	REQUISITOS MÍNIMOS DEL PROCEDIMIENTO EJECUTIVO	5
1.6	REFERENCIAS	6
2	MICROPILOTES	6
2.1	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR	6
2.2	COMPETENCIA DEL CONCESIONARIO	7
2.3	PRODUCTOS	7
2.4	EJECUCION	7
2.4.1	GENERALIDADES	7
2.4.2	MICROPILOTES DE PRUEBA	7
2.4.3	REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	8
3	SOLDIER PILE	8
3.1	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR	8
3.2	COMPETENCIA DEL CONCESIONARIO	9
3.3	PRODUCTOS	9
3.4	EJECUCIÓN	9
3.4.1	GENERALIDADES	9
3.4.2	TOLERANCIAS	10
4	TABLESTACAS	10
4.1	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR	10
4.2	COMPETENCIA DEL CONCESIONARIO	11
4.3	PRODUCTOS	11
4.4	EJECUCIÓN	11
4.4.1	GENERALIDADES	11
4.4.2	MANIPULEO	12
4.4.3	HINCADO	12
4.4.4	TOLERANCIAS DE HINCADO	13
4.4.5	REGISTROS DE HINCADO	13
4.4.6	CORTÉS Y SOLDADURAS	14
4.4.7	VIGAS HORIZONTALES DE RIGIDIZACIÓN	15
4.4.8	CORONAMIENTO DE LAS TABLESTACAS	15
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	15



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para la ejecución de la ingeniería de detalle, y la provisión y la instalación de obras de contención superficiales como micropilotes, soldier piles, tablestacas o similares, necesarios para la ejecución de las obras de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

Con obras de contención superficiales del suelo en la presente Especificación Técnica se quiere indicar las obras de protección necesarias para la ejecución de los trabajos que requieren plan de trabajo rebajado con respecto al suelo natural, cuando el espacio libre disponible al lado de las obras no permite la realización de taludes con inclinación natural, sino que requiere excavación vertical.

Todo trabajo similar debe ser aprobado por el Supervisor de Obra, previa presentación de los planos, de los informes y de las especificaciones técnicas de Detalle por parte del Concesionario.

1.2 DEFINICIÓN

Micropilotes: son los pilotes que se instalan colocando la armadura y un tubo liso perforado con manguitos de goma en una longitud definida de acuerdo con los cálculos, dentro de un orificio pre-formado en el suelo que se rellena con una lechada de cemento (lechada de obturación) para conformar una vaina de protección de las armaduras hasta la profundidad requerida. Posteriormente se desciende por el tubo de manguitos una tubería de inyección, para, mediante una presión adecuada al tipo de suelo, inyectarla obligándola a salir por los orificios del tubo de manguitos luego de que se produce la rotura de la lechada de obturación, conformando un bulbo según los requerimientos del cálculo. Los puntos de inyección pueden ser seleccionados y reinyectados según los requerimientos.

Soldier piles: elementos verticales de acero con sección en H introducidos en el suelo antes de la excavación con distancia de alrededor de 2 a 3 m. A medida que avanza la excavación, se insertan detrás del elemento vertical en H láminas horizontales hechas de acero o concreto armado prefabricado o madera.

Tablestacas: alineaciones de elementos metálicos o tablestacas, que se hincan en el terreno a golpes o por vibración para constituir, debidamente enlazadas, pantallas resistentes o de impermeabilización, que sirvan de protección para la ejecución de otras obras.

Obras de contención superficiales: obras de contención que sirvan de protección para la ejecución de otras obras con plan de trabajo rebajado, y que permiten reducir las áreas de la obra de construcción, permitiendo la excavación en vertical. La profundidad de excavación con el tipo de obras contemplada en esta ET es de hasta 3m con relación al suelo natural. Esta profundidad es indicativa y no limitativa, y con la aprobación del Supervisor de Obra puede ser



aumentada, previa presentación de un proyecto que muestre la validez de la solución propuesta.

1.3 CONDICIONES DEL SUBSUELO

- A. Las obras de contención serán diseñadas de acuerdo con las características del subsuelo definidas para cada caso por los Estudios Definitivos de suelos realizados
- B. El Concesionario visitará la obra y verificará a su satisfacción todas las condiciones de la superficie y del subsuelo que afecten a su trabajo
- C. Antes del inicio de las obras el Concesionario deberá efectuar obras de contención de prueba (micropilotes, tablestacas, etc.) de acuerdo con lo indicado en esta misma ET.

1.4 DOCUMENTACION MÍNIMA A PRESENTAR

1.4.1 ANTES DEL INICIO DE LAS ACTIVIDADES

El Concesionario presentará antes del inicio de las actividades los Estudios de la Ingeniería de Detalle de las obras de contención superficiales del soporte de las excavaciones, en el tiempo útil para la aprobación del Supervisor de Obra, acompañado por las Especificaciones Técnicas de Detalle.

A continuación se presenta la lista, indicativa y no limitativa de los contenidos mínimos de la Ingeniería de Detalle que el Concesionario presentará antes del inicio de las obras de contención superficiales:

- Proyecto completo, con la ubicación y el perímetro de las obras de contención, los cortes con la indicación clara del nivel del suelo, de la Napa Freática, si corresponde, del nivel superior y del nivel de base de las obras de contención, de las características geométricas de las obras de contención, fases de excavación y niveles del suelo en las diversas fases de excavación, informes de cálculo
- Detalles de juntas entre los elementos
- En caso de excavaciones por debajo de la Napa Freática el Concesionario detallará con especial atención el nivel de la Napa Freática prevista, y las medidas asociadas en términos de estanqueidad si el Concesionario no prevé reducir la Napa Freática, o de bombeo y drenaje si el Concesionario prevé reducir la Napa Freática.
- Procedimiento Ejecutivo.
- Especificaciones Técnicas de Detalle, que contendrán, de acuerdo con el Procedimiento Ejecutivo, la descripción y las características de todos los equipos y métodos propuestos y las instrucciones de los fabricantes, de acuerdo con el proyecto presentado, los requerimientos de las Especificaciones Técnicas de este pliego, dentro de los plazos previstos, evitando daños a las instalaciones y a los edificios existentes y al entorno de las obras.

Proyecto de las obras de contención de prueba, con ubicación y detalles de ejecución. El proyecto debe mostrar las características del suelo presente en la obra de contención de prueba y su analogía con el suelo presente en las obras de contención del proyecto.



- Las pruebas de campo, pruebas de laboratorio y otros datos complementarios, inclusive aquellos relativos a las obras de contención de prueba.
- Los detalles adicionales requeridos para Micropilotes en el ítem 2, Soldier piles en el ítem 3 y Tablestacas en el ítem 4.

1.4.2 DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

- Boletines de campo que contengan los datos geométricos, fecha y hora de la colocación de las obras, fecha y hora de la excavación, consumo de material registrado durante la ejecución u otras características específicas, retiros de las muestras realizadas para las pruebas y los ensayos requeridos en el proyecto;
- Los detalles adicionales requeridos para: Micropilotes en el ítem 2, Soldier piles en el ítem 3 y Tablestacas en el ítem 4.

1.4.3 DESPUÉS DE TERMINADAS LAS OBRAS

- Informe que resume los datos de las pruebas, de los ensayos y confirmación del cumplimiento del propósito requerido en el proyecto.
- Los detalles adicionales requeridos para Micropilotes en el ítem 2, Soldier piles en el ítem 3 y tablestacas en el ítem 4

1.5 REQUISITOS MÍNIMOS DEL PROCEDIMIENTO EJECUTIVO

El Procedimiento Ejecutivo a emitir por el Concesionario deberá describir la metodología de ejecución de las obras de contención. Esta descripción debe contener información detallada sobre el desarrollo de los servicios prestados, acerca de:

- El equipo que se utilizará para la ejecución de las obras de contención (por ejemplo: para instalación de los elementos de contención, para inyección, etc.) y para la ejecución de la excavación
- La secuencia constructiva de las obras de contención.
- La secuencia constructiva general de cada elemento de la obra (panel, pilote, etc.).
- El método de realización de cada elemento de la obra (panel, pilote, etc.).
- El error máximo de la verticalidad esperado, acorde con el equipo y la secuencia constructiva.
- Los procedimientos de control de desvío de la verticalidad.
- El proceso de instalación de las juntas entre los elementos de la obra (paneles, pilotes, etc.).
- En caso de uso de elementos de contraste de horizontal (por ejemplo, puntales): el material y sus características, la geometría, el modo de conexión con los elementos de la obra de contención, el proceso de instalación, el método y la frecuencia del control de las características de los elementos de contraste de horizontal.



- El método y la frecuencia del control de las características de las mezclas (hormigón, morteros, etc.), incluidos detalles acerca del muestreo, si se provee el uso de mezclas para la obra de contención.
- El método de hormigonado, si se provee el uso de hormigón para la obra de contención.
- El método de inyección, si implica el uso de inyección para la obra de contención.
- El proceso de instalación de la armadura, modificaciones, inserciones, etc.

1.6 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el manual siguiente, para carreteras, que contiene mayor detalle para este proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013)

Manual de Diseño de Puentes (EG-2003) RD N° 589-2003-MTC/02 (31.07.2003)

Para los Ensayos se deberá tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y además el Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15 17.

Las normas de referencia para el cálculo, la realización y el control de los micropilotes serán las del Reglamento Nacional de Construcciones y en particular las siguientes

- Norma E.020 Cargas
- Norma E.050 Suelos y cimentaciones
- Armado Norma E-060 "Concreto"
- E 090 Estructuras Metálicas

2 MICROPILOTES

2.1 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

A. La documentación a presentar por el Concesionario de la obra incluye la Ingeniería de Detalle, con todos los detalles de ejecución (disposición y cantidad de micropilotes, diámetro, armaduras, etc.), que deben tenerse en cuenta para la realización de los trabajos.



B. El Concesionario deberá presentar esta documentación con la antelación suficiente para permitir la revisión y aprobación por el Supervisor de Obra, en los plazos compatibles con el programa de la obra

C. El Concesionario presentará dentro de los dos días hábiles posteriores a la ejecución, un registro de cada micropilote realizado, mediante una planilla aprobada por el Supervisor de Obra. El registro deberá incluir la ubicación, número de micropilote, la fecha y hora del colado de la lechada de obturación, fecha y hora de la inyección, presión de la inyección, dimensiones del micropilote, cota del punto de inyección, cota de la punta, largo inyectado, cota del terreno, inclinación del micropilote, descripción del equipo de inyección empleado, y todo suceso inusual que se produzca al ejecutar los mismos

2.2 COMPETENCIA DEL CONCESIONARIO

El Concesionario deberá probar que cuenta con personal con experiencia en este tipo de trabajos y que previamente, ha llevado a cabo exitosamente trabajos semejantes de magnitud comparable

2.3 PRODUCTOS

- A. Las dosificaciones de las lechadas de cemento deberán ser previamente aprobadas por el Supervisor de Obra, para lo cual se ensayarán las probetas correspondientes a fin de verificar su resistencia. El cemento a utilizar será Cemento Portland Tipo I o normal, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, NTP 334.090, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150
- B. El acero de las armaduras deberá cumplir con los requisitos de la ET 24 Armaduras para hormigón y la ET 30 Estructuras metálicas y trabajos misceláneos en metal.
- C. Los encamisados para la inyección de los micropilotes deberán ser cilíndricos y de material plástico que permita una eficiente inyección a las presiones que se indican para cada tipo de suelo

2.4 EJECUCION

2.4.1 GENERALIDADES

- A. El Concesionario proveerá todas las herramientas, equipos y elementos accesorios que sean necesarios para ejecutar correctamente los micropilotes en la forma requerida en los Documentos del Contrato, y para efectuar los ensayos de carga de los mismos, en caso se requieran.
- B. Los encamisados para la inyección se perforarán convenientemente en la longitud a inyectar de acuerdo a las características del tubo inyector, y al plan de inyecciones.

2.4.2 MICROPILOTES DE PRUEBA

- A. Se realizarán 2 (dos) tipos de ensayos sobre micropilotes de prueba, a saber:



- Ensayos previos de tracción estática: se ensayarán 2 (dos) micropilotes siguiendo la metodología de la Norma NF P94-153 o equivalente de igual o mayor exigencia, Puntos 5.2.1 y 6.
- Ensayos de Control, según el Punto 5.2.2 de la Norma P94-153

B. No se aplicará la carga hasta que la lechada haya adquirido la resistencia media mínima requerida

2.4.3 REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

A. Todas las perforaciones para instalar micropilotes se realizarán con el diámetro establecido en la memoria de cálculo de la Ingeniería de Detalle aprobada, hasta la longitud que se determine en las mismas. Se rechazará cualquier perforación que en el fondo tenga un diámetro menor que la mitad de su diámetro en la superficie.

B. Todo material o agua que quede en el fondo, después de terminarse la perforación con taladro, se retirará antes de colar la lechada de obturación. Si la perforación se realizara por debajo de la napa freática la mencionada lechada se colará desde el fondo de la perforación por un método adecuado, de forma que arrastre el agua interna para retirarla por la boca de la perforación.

C. El Concesionario dispondrá lo necesario para asegurar que la lechada de obturación dentro de la perforación sea densa y homogénea

D. La inyección de la lechada se realizará en la longitud que se determinó en la memoria de cálculo mediante la presión correspondiente al tipo de suelo hasta que la misma alcance un valor máximo que determinará previamente el Supervisor de Obra, o hasta que el volumen inyectado supere un valor predeterminado. Si la presión de inyección fuera inferior a la esperada, o si el volumen inyectado supera el predeterminado, se interrumpirá la ejecución y se continuará en otro punto de inyección. Posteriormente se volverá al punto de inyección anterior hasta que la presión de inyección alcance el valor esperado en todos los puntos de inyección (Inyecciones selectivas repetitivas).

3 SOLDIER PILE

Teniendo en cuenta que el Proyecto se encuentra en el medio ambiente urbano, el uso de soldier piles como obras de contención del suelo no es recomendable y, en general, debe ser evitado.

La propuesta del uso de Soldier Piles como obras de contención del suelo por parte del Concesionario requiere la verificación por parte del mismo, de la compatibilidad de su uso en el caso específico, y la verificación de la compatibilidad de los asentamientos inducidos con la integridad de las instalaciones y de los edificios existentes en el entorno de los trabajos.

3.1 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra para su aprobación los planos, los informes y las Especificaciones Técnicas de Detalle como es requerido en el ítem 1.4 de la presente Especificación Técnica.



Además el Concesionario deberá detallar el tipo de elemento utilizado como Soldier Pile, los métodos de su colocación en el suelo, los métodos para garantizar la verticalidad, el tipo de elementos horizontales utilizados.

3.2 COMPETENCIA DEL CONCESIONARIO

El Concesionario deberá probar que cuenta con personal con experiencia en este tipo de trabajos y que previamente ha llevado a cabo exitosamente trabajos semejantes de magnitud comparable

3.3 PRODUCTOS

- A. Los elementos verticales en acero a instalar deberán ser nuevos, y con las características geométricas y mecánicas adecuadas a lo especificado en este Pliego, y en la Ingeniería de Detalle.
- B. El material de elementos verticales en acero será acero Grado 240 según la norma EN 10248, o similar, con las siguientes características mecánicas:
- tensión mínima de fluencia: 240 N/mm²
 - tensión mínima de rotura: 340 N/mm²
 - elongación mínima de rotura: 26 %
- C. Los elementos horizontales a instalar deberán ser nuevos, y con las características geométricas y mecánicas adecuadas a lo especificado en este Pliego, y en la Ingeniería de Detalle.

3.4 EJECUCIÓN

3.4.1 GENERALIDADES

El Concesionario realizará la obra de contención de acuerdo con el Procedimiento Ejecutivo aprobado por el Supervisor de Obra para la construcción.

El fondo de la excavación no deberá ser más de 50cm por debajo del nivel inferior del elemento horizontal más bajo. En ningún caso la profundidad de la excavación por debajo del nivel inferior del elemento horizontal más bajo, podrá causar inestabilidad de la excavación. Cualquier hundimiento que ocurra durante excavación por detrás de los elementos horizontales será rellenado con material de llenado aprobado por el Supervisor de Obra.

Los elementos horizontales deberán instalarse desde la parte superior de la obra de contención hacia abajo, y deberán estar en contacto directo con el suelo. Cuando y donde haya un elemento horizontal que no esté en pleno contacto con el suelo, o el elemento horizontal se empujará hacia atrás para crear el contacto entre el y el suelo, o el vacío será rellenado con material de llenado aprobado por el Supervisor de Obra



3.4.2 TOLERANCIAS

Deberán observarse las siguientes tolerancias, sin embargo el Supervisor de Obra podrá autorizar otras tolerancias si se encuentran condiciones dificultosas, por ejemplo obstrucciones o para la instalación de estructuras temporales:

- Desviación de la posición del eje de los elementos verticales en superficie +/- 20mm, de acuerdo con la posición mostrada en los Planos de la Ingeniería de Detalle aprobados por el Supervisor de Obra.
- Desviación de verticalidad a la base de la excavación 0.5% de la profundidad de la obra de contención excavada.

No serán aceptadas aceptarán cambios de estas tolerancias sin el consentimiento escrito del Supervisor de Obra. No serán permitidas correcciones forzando las estructuras.

4 TABLESTACAS

4.1 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

Antes del comienzo de los trabajos del tablestacado, el Concesionario deberá presentar con suficiente antelación, para la aprobación del Supervisor de Obra, el Procedimiento de ejecución y el Plan de Trabajos, incluyendo la siguiente información.

- Plan de auscultación de los efectos producidos por la hincada de tablestacas, y contramedidas para no afectar las obras próximas, teniendo en cuenta tanto las vibraciones producidas, como los asentamientos que se produzcan por compactación del terreno.
- La ingeniería constructiva detallada de las tablestacas.
- Plan de los trabajos detallando la secuencia y tiempos de las etapas significativas de los trabajos.
- Máximo avance propuesto en cualquier etapa del hincado entre una tablestaca y la tablestaca vecina y las limitaciones de las mismas para el caso en que el avance del hincado sea dificultoso.
- Altura, espaciamiento, estabilidad y tipo del sistema de guía y el número de tablestacas de cada panel, si ello es aplicable
- Detalles completos del equipo de lanzamiento e hincado a ser utilizado en tierra y en agua, si correspondiera, incluyendo la información de los fabricantes, certificación de servicios de mantenimiento o si son recientemente puestos, evaluación de la entrega efectiva de energía a las tablestacas y una definición del rechazo de hincado para cada tipo de equipamiento de hincado propuesto
- Modelo de las planillas de protocolo de hincado que se propone utilizar, en las que se deberán registrar todos los datos significativos del proceso completo de instalación de las tablestacas hasta su emplazamiento definitivo.
- Planes de contingencia para el caso de encontrar obstrucciones, y procedimientos para minimizar interrupciones o demoras.



- Fases propuestas para las operaciones de excavación y rellenos adyacentes a las tablestacas, tales que las tensiones de diseño en las tablestacas y estructuras de apoyo no sean superadas.
- Plan específico de las tareas de excavación y de rellenos y de ejecución de la viga de coronamiento.

4.2 COMPETENCIA DEL CONCESIONARIO

El Concesionario deberá probar que cuenta con personal con experiencia en este tipo de trabajos y que, previamente, ha llevado a cabo exitosamente trabajos semejantes de magnitud comparable.

4.3 PRODUCTOS

A. Las tablestacas metálicas a instalar deberán ser nuevas, y con las características geométricas y mecánicas adecuadas a lo especificado en este Pliego, y en la Ingeniería de Detalle.

B. El material de las tablestacas será acero Grado 240 según la norma EN 10248, o similar, con las siguientes características mecánicas:

- tensión mínima de fluencia: 240 N/mm²
- tensión mínima de rotura: 340 N/mm²
- elongación mínima de rotura: 26 %

C. No se admitirán tablestacas empalmadas.

4.4 EJECUCIÓN

4.4.1 GENERALIDADES

A. Las esquinas, juntas y tablestacas especiales deberán ser fabricadas en planta, en condiciones de fábrica o en un sitio similar aprobado, con un sistema de garantía de calidad en vigencia. Todos estos trabajos deberán cumplir (dentro de las tolerancias) con las dimensiones estándar indicadas por el fabricante, o, en el caso de fabricación no estándar, sujetos a la aprobación del Supervisor de Obra.

B. Si durante el transcurso de los trabajos se requieren tablestacas adicionales, el Concesionario deberá someter a la aprobación del Supervisor de Obra el tipo propuesto y el método de fabricación. Deberán ser utilizadas tablestacas de un mismo tipo de acero y sección que las tablestacas vecinas, a menos que otra disposición sea aprobada por el Supervisor de Obra.

C. Todos los materiales deberán satisfacer los requerimientos de un conjunto de normas coherentes propuesto por el Concesionario y aceptado por el Supervisor de Obra.



4.4.2 MANIPULEO

Las tablestacas serán almacenadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. El Concesionario deberá asegurarse de que las operaciones de carga transporte, descarga, manipuleo, apilado y lanzamiento de las tablestacas sean llevadas a cabo de manera que prevenga daños a las tablestacas o sus protecciones

Todo daño que ocurra deberá ser notificado al Supervisor de Obra, y el Concesionario deberá presentar su propuesta de reparaciones para su aprobación, previa al comienzo de las mismas. Las medidas de corrección o reemplazo deberán ser ejecutadas por el Concesionario a su costo. Será requerida la aprobación del Supervisor de Obra de las medidas correctivas antes de la colocación de las tablestacas en el emplazamiento de destino.

No se realizarán agujeros, ya sean perforados o mediante soplete, ni se soldarán anillos de izaje a las tablestacas sin la aprobación previa del Supervisor de Obra. Después de utilizados estos recursos, se devolverá a las tablestacas su apariencia original

Las mismas secciones de tablestacas, longitudes y clases de acero serán acopiadas en pilas separadas, claramente marcadas o codificadas por colores para evitar errores en su utilización.

4.4.3 HINCADO

La selección del equipo de hincado se hará con adecuada consideración de las condiciones del subsuelo y el tipo de tablestacas.

El Concesionario notificará al Supervisor de Obra el inicio de los trabajos de instalación de las tablestacas con una anticipación de por lo menos 24 horas. Previo al trabado entre las tablestacas, el Concesionario deberá asegurar que las guías trabas estén sanas, limpias y libres de materiales deletéreos.

El comienzo de las operaciones de lanzamiento e hincado será autorizado por el Supervisor de Obra después de verificar que:

- El equipo de hincado tendrá la suficiente altura para soportar adecuadamente la longitud completa de la tablestaca durante el hincado
- El equipamiento de hincado a utilizar deberá ser capaz de ejecutar los trabajos sin exigencias extremas que requieran el despliegue de todas las reservas de las técnicas de hincado.
- El Concesionario dará satisfacción al Supervisor de Obra de que la estructura de tablestacas podrá ser construida respetando las tolerancias especificadas de verticalidad y alineamiento.

En todos los casos las tablestacas serán guiadas y mantenidas en su posición durante el hincado. Todas las tablestacas estarán trabadas entre si sin excepciones. El solape de tablestacas no se aceptará como un sustituto del trabado

No se introducirán tablestacas inclinadas para corregir otras que hayan sufrido inclinaciones, a menos que previamente se haya obtenido la aprobación del Supervisor de Obra.

Las tablestacas que sean rechazadas antes de alcanzar la penetración de diseño no deberán ser cortadas sin la aprobación del Supervisor de Obra. En condiciones difíciles de hincado, no



se permitirá un desfase de más de 2 m de avance entre tablestacas adyacentes en proceso de hincado. El Concesionario deberá usar todos los recursos y experiencia a su disposición para evitar daños en el hincado o desencajamientos

El Supervisor de Obra deberá ser notificado de inmediato ante la ocurrencia de alguna de estas situaciones.

Los martillos de percusión podrán ser libremente suspendidos, en cuyo caso tendrán adecuados insertos de guía en buenas condiciones de uso y deberán ser de adecuada rigidez y resistencia para mantener el martillo estable durante las operaciones de hincado y traslados.

En todos los casos el martillo será mantenido en posición de manera que cada golpe incida axialmente en el eje longitudinal de la tablestaca o par de tablestacas. (Cuando se trate del hincado de una unidad de varios módulos, el centro de impacto del martillo se posicionará tan próximo como sea posible al eje longitudinal de la unidad combinada o entre esa posición y el centro de la viga yunque, que es la receptora del impacto.)

La viga yunque tendrá suficiente área en su proyección horizontal como para cubrir al menos el 90% de la tablestaca o tablestacas que estén siendo hincadas y tendrá el suficiente espesor para transferir adecuadamente a las tablestacas el golpe más severo en forma pareja. La viga yunque será plana y horizontal, sin desgaste sustancial, de manera que los golpes se transfieran axial y uniformemente sobre las cabezas de las tablestacas

4.4.4 TOLERANCIAS DE HINCADO

Deberán observarse las siguientes tolerancias; sin embargo el Supervisor de Obra podrá autorizar otras tolerancias si se encuentran condiciones dificultosas, por ejemplo obstrucciones o para la instalación de estructuras temporales.

- Desviación perpendicular a la línea teórica a nivel del coronamiento: +/- 50mm
- Desviación de verticalidad en dirección normal o a lo largo de la línea de tablestacas: 1:100
- Cota de coronamiento de las tablestacas: +/- 20 mm

No serán aceptadas tolerancias diferentes de estas sin el consentimiento escrito del Supervisor de Obra. No serán permitidas correcciones forzando las estructuras.

4.4.5 REGISTROS DE HINCADO

El Concesionario deberá llevar registros de las operaciones de hincado (protocolos de hincado) los que serán precisos y completos. Dos copias firmadas de los registros serán entregadas al Supervisor de Obra a más tardar 48 horas a partir de la realización de los trabajos detallados en los respectivos registros. Los registros de hincado serán siempre presentados con suficiente tiempo para la aprobación del Supervisor de Obra, antes de que el progreso de los trabajos haga más dificultoso el acceso a inspecciones

Los registros contendrán por lo menos la siguiente información:

- Numeración de referencia de las tablestacas (Correlacionadas con trabajos previamente aceptados, el plano de distribución general indicando cada posición de las tablestacas y sus referencias)



- Tipo de tablestaca, calibre y calidad del acero
- Longitud de la tablestaca
- Cota del terreno y cota final alcanzada por el extremo inferior de la tablestaca
- Penetración alcanzada, identificación del equipamiento de hincado y hora y fecha de los respectivos hincados.
- Cuando sea requerido, el número de golpes para hincar 250 mm en los últimos 3 metros.
- Comentarios relacionados con inusuales o inesperadas condiciones de hincado (tanto las favorables como las desfavorables)
- Cuando hayan ocurrido cambios en las longitudes de las tablestacas, debido a cortes, toda la información relevante, las razones para el cambio y con qué autorización se hizo el cambio.

El Supervisor de Obra podrá exigir al Concesionario, ante indicios de irregularidades constructivas, realizar, a cargo de éste, tomas fotográficas de detalle de terminación del tablestacado colocado, tanto por encima como por debajo del nivel del agua. A tales efectos deberá contar con el equipo correspondiente.

4.4.6 CORTES Y SOLDADURAS

No se harán cortes ni soldaduras en las tablestacas sin el consentimiento escrito del Supervisor de Obra. Todos los cortes se harán por medio de Oxiacetileno, Oxipropano u otro método aprobado. La tablestaca remanente deberá estar limpia, tendrá apariencia uniforme y se emplearán herramientas de amolado para eliminar las protuberancias adheridas. Los trozos cortados deberán ser marcados de manera que pueda ser identificada su procedencia, y después de la recepción de la obra por parte del Supervisor de Obra se podrá disponer de estos desechos según se autorice. Los cortes se harán de manera que puedan prevenir daños o distorsiones en las tablestacas adyacentes.

Cuando sea necesario hacer agujeros en las tablestacas, estos serán perforados con barreno o con llama utilizando una plantilla, y posteriormente las caras serán amoladas eliminando rebabas. El tamaño del agujero deberá tener suficiente holgura e incluirá un margen para las protecciones anticorrosivas de los bulones/varillas e inclinaciones si estos no son horizontales. Todos los agujeros no requeridos en el trabajo terminado y que no sean sellados en el coronamiento de las tablestacas u otros detalles semejantes, deberán ser sellados por medio de una chapa de la misma clase de acero, y de un espesor no menor que el menor espesor de la tablestaca. El mínimo solape de la chapa será de 40 mm y el cordón de soldadura continuo será de 6 mm.

Todos los agujeros tendrán una tolerancia de ubicación de +/-10 mm

Solamente los soldadores que sean calificados aprobados según norma AWS o equivalente y tengan un probado registro en los seis meses previos serán admitidos en la obra. Los certificados de eficiencia y calificación de los soldadores deberán estar disponibles a los requerimientos del Supervisor de Obra



Para soldadura manual de arco y soldadura semiautomática al carbón y aceros al carbón manganeso, la soldadura de las tablestacas y las estructuras metálicas relacionadas se harán de acuerdo con la norma BS 5135, y el estándar será "Quality Category D" de acuerdo con el Appendix H, tablas 18 y 19. Las soldaduras defectuosas serán cortadas y reemplazadas.

4.4.7 VIGAS HORIZONTALES DE RIGIDIZACIÓN

Las vigas horizontales de rigidización serán vinculadas a las tablestacas con bulones, arandelas y placas de apoyo. Todos los empalmes, ya sean soldados o abulonados, deberán respetar lo indicado en los planos de construcción respectivos. Los empalmes no previstos deberán ser previamente aprobados por el Supervisor de Obra.

4.4.8 CORONAMIENTO DE LAS TABLESTACAS

Las tablestacas deben ser vinculadas en su parte superior por medio de una viga de coronamiento de hormigón armado. Los requerimientos y controles del hormigón se harán de acuerdo a lo establecido en la ET 26 Hormigón.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 18 "Mejoramiento del suelo", ET 26 Concreto



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.20 – Muros Colados



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR.....	4
2	PRODUCTOS	6
2.1	MATERIALES.....	6
2.2	MATERIALES ALTERNATIVOS	8
2.3	EQUIPOS.....	8
3	EJECUCIÓN	9
3.1	INSTRUMENTACIÓN DEL PANEL	9
3.2	PAREDES GUÍA.....	9
3.3	EXCAVACIÓN DE LOS PANELES	9
3.4	LODO BENTONÍTICO.....	10
3.5	HORMIGONADO DE LOS PANELES.....	11
3.6	EXCAVACIONES DE LAS ÁREAS INTERIORES A LOS MUROS COLADOS	13
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	14



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos de la Ingeniería de Detalle, de materiales, mano de obra y equipos necesarios para la construcción de los muros colados necesarios para la ejecución de las obras de las Líneas 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el manual siguiente, para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para el proyecto específico

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - CAPITULO VI – OBRAS COMPLEMENTARIAS

Para los Ensayos se deberá tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y además el Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

En caso de ensayos y/o determinaciones no contemplados por las Normas Peruanas, se usarán las Normas ASTM correspondientes.

En particular, los ensayos de recepción de la bentonita y de las características del lodo de bentonita se harán según las Normas API (American Petroleum Institute).

Se utilizarán a modo de guía los lineamientos de alguna de las siguientes normas:

- a) Norma DIN 4126, "Paredes Moldeadas de Hormigón In Situ, Construcción y Ejecución", y sus Notas Aclaratorias
- b) Norma europea y francesa NF EN 1538

Además se tendrán en cuenta las siguientes ET relacionadas:

ET 02 Estudios Definitivos - Contenidos mínimos y plazos de entrega

ET 4 Control de Calidad y ET 15 Materiales y equipos ET 25 Armaduras para hormigón ET 27 Hormigón.

En particular no se repiten las normas aplicables a los ensayos y a las pruebas de los materiales que están en las ET relacionadas



1.3 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

1) Planos, Métodos y Presentaciones

El CONCESIONARIO deberá presentar al CONCEDENTE para su aprobación la ingeniería de detalle con memoria de cálculo y los planos de ejecución con el método a utilizar, adjuntando además los detalles completos de los materiales y de los tratamientos y operaciones a desarrollar en la construcción de los muros colados. Se incluirán detalles de

- a) Equipos de excavación y construcción a utilizar, demostrando su capacidad y suficiencia para los trabajos propuestos según los suelos a atravesar,
- b) Hipótesis de carga de las paredes;
- c) Método de cálculo y detalle de los cálculos con software adaptados al tipo de obra;
- d) Planos de detalle de la pared, incluyendo los refuerzos alrededor de las aberturas,
- e) Longitud de los paneles y detalles de las jaulas de armaduras,
- f) Esquema de las paredes guía para la construcción;
- g) Métodos de formación y limpieza de las juntas entre los paneles;
- h) Método constructivo y previsión de todas las características requeridas para la conexión o construcción a través de las paredes (pase de los equipos de tunelaje y del túnel);
- i) Secuencia de la excavación y hormigonado de los paneles;
- j) métodos de monitoreo y mantenimiento de la estabilidad de las paredes de la zanja;
- k) Métodos de monitoreo de la verticalidad y la desviación de los paneles de la pared durante la excavación y detalles de las medidas correctivas propuestas que se implementarán en caso de que resultara necesario
- l) Equipos y métodos para el chequeo y prueba de limpieza del fondo de la zanja antes de proceder al hormigonado.
- m) Mezcla, transporte y disposición de los equipos para la lechada de bentonita;
- n) Método de tratamiento y evacuación de la lechada de bentonita contaminada;
- o) Tipo, procedencia y propiedades físicas y químicas de la bentonita que se va a utilizar;
- p) Método y secuencia de los trabajos para realizar aberturas en el muro colado;
- q) Método de conexión de las losas con los muros colados,
- r) Método de control del agua piezométrica para la ejecución de la estructura de estabilización del fondo de la excavación.
- s) Modelación del impacto de la realización de los muro colados en el flujo de las aguas subterráneas, para determinar en qué caso, de entre los de abajo, se encuentra la obra en proyecto:
 - Caso de la estructura en eje con la dirección del flujo de las aguas subterráneas: ninguna intervención



- Caso de la estructura perpendicular a la dirección del flujo de las aguas subterráneas: previsión de un colchón de drenaje, o de pozos de drenaje en comunicación entre ellos, dimensionados para evitar el riesgo de remonte del nivel piezométrico arriba y abatimiento del nivel piezométrico abajo.

2) Certificados

Se obtendrán los certificados para cada remesa o envío de todos los materiales que se incorporarán a la Obra y se remitirán al SUPERVISOR DE OBRA para su aprobación. En ellos constará el grado y calidad del material de la consignación y los resultados de todas las pruebas que se hayan efectuado.

3) Registros de la Construcción

Se guardarán los siguientes registros para cada panel de la pared, los cuales estarán a disposición del SUPERVISOR DE OBRA en cualquier momento.

- a) N° de Panel en acorde con los planos de la ingeniería de detalle APROBADOS PARA CONSTRUCCION
- b) Fecha de inicio de la excavación del panel
- c) Fecha de finalización de la excavación del panel
- d) Detalles de cualquier obstrucción que pueda surgir y tiempo de demora ocasionada por el tratamiento de la misma
- e) Fecha de inicio y finalización de la ubicación de la jaula.
- f) Fecha de inicio y finalización del hormigonado del panel.
- g) Longitud, ancho y profundidad del panel desde el nivel superior de la pared guía.
- h) Registro de los tipos de suelo que se encontró desde el inicio hasta la finalización de la excavación y niveles de la capa de agua y de la lechada.
- i) Volumen del hormigón utilizado y períodos de interrupción registrados en el suministro de hormigón cuando excede de 15 minutos. Volúmenes de mezcla del hormigón normal y pobre.
- j) Nivel del corte de hormigón respecto al nivel superior de la pared guía.
- k) Fecha de las pruebas de control de lechada y registro de los resultados.
- l) Resultado de ensayos de probetas de hormigón, incluyendo la fecha
- m) Detalles del tipo de jaula de armadura
- n) Cantidad de lechada y desechos retirados del lugar, registrándolos por fecha.
- o) Gráfico de los volúmenes teóricos de hormigón y de los volúmenes realmente colocados y su profundidad.
- p) Niveles del tope de la jaula de refuerzo y medición de la distancia desde estos puntos del nivel hacia abajo y hasta alguna instalación para futuras conexiones y aberturas.



4) Calificaciones

El CONCESIONARIO deberá acreditar que el personal asignado para realizar los trabajos cubiertos por esta Especificación Técnica cuenta con experiencia suficiente en métodos de excavación y construcción con estabilización de las excavaciones mediante lechada de bentonita. Dicha experiencia habrá sido obtenida dentro de los cinco años previos en proyectos de similar naturaleza, complejidad y alcance. Los informes referentes a la experiencia del CONCESIONARIO serán presentados por escrito al SUPERVISOR DE OBRA para su revisión, verificación y aprobación.

5) Certificado de Bentonita

Con cada embarque de bentonita entregado en la zona de Obra se deberá adjuntar al SUPERVISOR DE OBRA un certificado del proveedor detallando de qué lote fue tomado el material entregado, debiendo constar además, el grado de viscosidad (centipoise), grado de concentración del gel (N/m^2) de sólidos en agua y métodos de prueba utilizados para determinar esas propiedades.

2 PRODUCTOS

2.1 MATERIALES

1) Jaulas de armadura

- a) Las armaduras responderán a lo especificado en la ET 25 Armaduras para hormigón.
- b) Se marcará en el lugar la parte frontal y la dorsal para identificarlas durante la colocación. Los puntos de izaje y el diseño de los topos de izaje deberán ser aprobados por el SUPERVISOR DE OBRA. Los separadores de un tipo ya aprobado se incorporarán a la jaula y deberán tener el espesor especificado para cumplir con el recubrimiento mínimo y resistir la deformación durante la ubicación de la jaula dentro de la zanja. No podrán retener lechada de bentonita durante la construcción. La jaula de armaduras se deberá colocar adecuadamente para evitar su desplazamiento.
- c) No se permitirá la soldadura de las armaduras a menos que se utilice acero soldable.
- d) Se permitirá el empalme vertical del acero de refuerzo siempre y cuando se realice a la vista del SUPERVISOR DE OBRA antes de la bajada de la jaula en la excavación y conforme con la especificación técnica respectiva.
- e) La disposición de las armaduras será la indicada en los planos de la ingeniería de detalle.

2) Hormigón

- a) Los materiales y la calidad del hormigón estarán de acuerdo con ET 27 Hormigón.

3) Bentonita

- a) Para el sostenimiento de las paredes de la excavación hasta el momento del hormigonado, el CONCESIONARIO deberá emplear un lodo bentonítico consistente en una mezcla de bentonita sódica totalmente hidratada y agua. Después de preparado, el



lodo no deberá contener grumos. El uso de aditivos deberá ser justificado para su aprobación.

- b) La bentonita deberá ser ensayada usando una mezcla de bentonita y agua destilada, preparada según la especificación 13 A de la última edición de las Normas del American Petroleum Institute, y probada de acuerdo con la especificación 13 B de las mismas normas
- c) Se utilizará preferentemente montmorillonita sódica, con las siguientes características mínimas

Limite líquido	(LL) $\geq 250\%$
Índice de plasticidad	(IP) ≥ 200
Viscosidad Marsh (API), suspensión 6% en agua destilada	$\geq 40s$ (a las 24 horas)
Impurezas retenidas	(malla 75 micrones) $\leq 2.5\%$
Ph (suspensión al 6%).	comprendido entre 7 y 9
Filtro prensa (Baroid):	cake < 1.5 mm.
agua libre	$<$ de 23 cc.

Estas propiedades son indicativas y pueden ser variadas en función del resultado de mezclas de prueba y condiciones específicas.

La composición química aproximada de la bentonita deberá ser la siguiente:

Dióxido de silicio (SiO ₂)	59 - 64 %
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	16 - 20 %
Oxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	0.4 - 0.6 %
Oxido de sodio (Na ₂ O)	0.2 - 3.5 %
Oxido de calcio libre (CaO)	0.1 - 0.2 %
Oxido de magnesio (MgO)	1.5 - 3 %

- d) La bentonita se almacenará en ambientes secos y cubiertos. Se deberá tener especial cuidado en el almacenamiento de las bolsas para evitar que se apelmace el polvo de bentonita o que se alteren sus propiedades debido a la humedad. Se deberá presentar para la aprobación del SUPERVISOR DE OBRA el diseño de un cono y de un dispositivo de alimentación de la bentonita.

4) Agua

- a) Para la mezcla se utilizará agua fresca y limpia, previamente analizada por el CONCESIONARIO para determinar su compatibilidad con los demás constituyentes de las lechadas
- b) La temperatura del agua que se utilizará para la mezcla del polvo de bentonita y de la lechada que se verterá en la excavación no podrá ser inferior a los 5 grados Celsius.

5) Aditivos



Para el lodo bentonítico se podrá adicionar materiales inertes (arena fina, baritina, polvo de roca y similares) con el objeto de aumentar su densidad. Para el tamaño máximo de las partículas de estos aditivos, ver DIN 4126 punto 6.1.4. Se podrá proponer el uso de aditivos químicos que modifiquen la fluidez en caso necesario.

2.2 MATERIALES ALTERNATIVOS

6) El CONCESIONARIO podrá presentar propuestas para utilizar materiales y aditivos adicionales o alternativos de la bentonita para la lechada de soporte de la excavación. En tal caso, el CONCESIONARIO remitirá al SUPERVISOR DE OBRA para su aprobación las muestras, las especificaciones técnicas y los detalles completos del proveedor y el fabricante de tales materiales

Ninguno de dichos materiales afectará perjudicialmente las características de la lechada para soportar la excavación de la pared o tendrá efectos perjudiciales sobre el hormigonado o el moldeado del hormigón. Los aditivos para evitar la pérdida de lechada hacia los estratos adyacentes se considerarán cubiertos por esta especificación.

2.3 EQUIPOS

- 1) El CONCESIONARIO, de acuerdo con los requerimientos del procedimiento constructivo a usar y el programa de obra previsto, deberá presentar el listado del equipamiento que propone utilizar para realizar la excavación, el procesamiento del lodo bentonítico, la colocación de armaduras y el hormigonado
- 2) El CONCESIONARIO tendrá que obtener todas las aprobaciones necesarias para la utilización de los equipos impuestas por las Autoridades y Organismos Público y Privado interesados en el proyecto
- 3) El equipo para la excavación de los paneles del muro colado, podrá consistir en excavadoras hidráulicas y cucharas mecánicas o hidráulicas, tipo almeja, montadas sobre grúas de oruga, con los dispositivos de guía necesarios para obtener una excavación de paredes verticales dentro de las tolerancias especificadas.
- 4) Deberá utilizarse un tipo de equipo que mantenga constante el ancho de la excavación, y que sea capaz de excavar el espesor indicado en los planos del proyecto en una sola pasada.
- 5) En la ejecución de los muros colados, los equipos a utilizar deberán respetar la limitación de altura impuesta por las normas aeronáuticas, donde existen estas restricciones dictadas por la autoridad aeronáutica. A este respecto hay que señalar la presencia del Aeropuerto en las inmediaciones del lugar de los trabajos (línea 4). En todo caso, el CONCESIONARIO tendrá que asegurarse de que la altura de los equipos sea compatible con la limitación de altura impuesta por las Autoridades y Organismos Público y Privado interesados en el proyecto y será responsable de obtener todas las aprobaciones.
- 6) La planta de fabricación del lodo deberá incluir agitadores de alta turbulencia capaces de producir la suspensión coloidal de la bentonita en el agua, piletas de hidratación con adecuado tiempo de permanencia, (mínimo 12 horas antes de la primera utilización) así



como un sistema de bombeo hacia el lugar de la excavación y un equipo de limpieza de la arena, mediante ciciones y tamices vibrantes. El lodo bentonítico en los tanques de depósito deberá ser agitado y recirculado periódicamente.

7) Equipo para ensayos: El CONCESIONARIO deberá suministrar y mantener un juego del siguiente equipo en cada sitio de excavación, el que podrá ser usado por el SUPERVISOR DE OBRA para verificar el lodo bentonítico, de acuerdo con la especificación 13 B de la Norma API:

- 1 conjunto de embudos para lodo
- 1 viscosímetro con indicación directa (a manivela)
- 1 prensa para filtrar
- 1 balanza para lodo (con lectura directa de la densidad y la gravedad específica)
- 1 conjunto para determinación del contenido de arena
- 1 extractor de muestras para lodo bentonítico

8) Durante los trabajos de excavación, el CONCESIONARIO deberá proveer los medios necesarios para tomar muestras y medir la profundidad y el estado del fondo de la trinchera. El SUPERVISOR DE OBRA podrá requerir la verificación de la sección y la verticalidad, a cualquier profundidad de la excavación cuando lo considere necesario.

3 EJECUCIÓN

3.1 INSTRUMENTACIÓN DEL PANEL

1) El primer panel que se construya será monitoreado en cuanto a su estabilidad. Una vez finalizada la construcción del primer panel, se deberán construir los paneles a cada lado del mismo. Una vez finalizada la construcción de estos primeros tres paneles, los registros del monitoreo se remitirán al SUPERVISOR DE OBRA para su aprobación para proceder con la construcción del resto de la pared.

3.2 PAREDES GUÍA

1) Las paredes guía se construirán de manera tal que tengan una cimentación estable e impidan su desplazamiento durante la excavación de la zanja. La profundidad mínima de las paredes de guía será de 1,0m.

3.3 EXCAVACIÓN DE LOS PANELES

1) El CONCESIONARIO tomará todas las precauciones necesarias para asegurar la estabilidad de sus excavaciones y de sus paredes guía. Deberá mantener disponible para su uso inmediato una suficiente cantidad de lechada, como mínimo igual al volumen de dos excavaciones de paneles abiertas, preparadas con el tiempo mínimo anticipado necesario para la hidratación completa del polvo de bentonita



2) Las piezas de obturación que se utilicen para ser insertadas en el panel antes de la colocación del hormigón deberán estar limpias y su superficie será lisa y regular. Deberán tener la resistencia y fijación necesarias para prevenir los movimientos horizontales durante el hormigonado y podrán ser retiradas después de comenzar con el hormigonado

3) Se deberán colocar guías positivas sobre el equipo de zanjeo para asegurar que la excavación se realice en alineamiento vertical. El CONCESIONARIO deberá disponer de un equipo electrónico de control que pueda introducirse dentro del panel en excavación y permita obtener perfiles continuos de las cuatro paredes del panel. La precisión de este instrumento deberá ser al menos de 5 cm.

La verificación de la verticalidad se deberá efectuar rutinariamente, p.ej. cada 5 m de avance, y cuando se haya producido una discontinuidad en la tarea, debida a la remoción de una obstrucción o algún atascamiento de la herramienta, a fin de poder tomar las medidas correctivas conducentes a retomar el perfil de excavación teórico.

4) Si se encontrara una obstrucción durante la excavación, el CONCESIONARIO informará inmediatamente al SUPERVISOR DE OBRA, quien deberá autorizar el método que se utilizará para eliminarla. El CONCESIONARIO deberá disponer de equipos capaces de romper bloques, capas cementadas y otras obstrucciones que pudieran aparecer durante la excavación.

5) El CONCESIONARIO deberá mantener el lugar limpio de lechada a satisfacción del SUPERVISOR DE OBRA, asegurando que su trabajo se desarrolle de manera tal que se reduzca al mínimo la posibilidad de derrames de lechada.

3.4 LODO BENTONÍTICO

1) Todo el lodo bentonítico deberá ser mezclado en planta, no permitiéndose el agregado de bentonita directamente en la excavación

2) El polvo de bentonita se mezclará minuciosamente con el agua utilizando una mezcladora de alto rendimiento hasta que todos los terrones se rompan y se incorporen a la mezcla. Para determinar la proporción de bentonita que se incluirá en la lechada se deberán tener en cuenta sus propiedades reológicas para que la lechada sea suficiente para mantener la estabilidad de la excavación según las condiciones del suelo. La densidad de la lechada y la carga sobre el nivel de las aguas subterráneas deberán ser las apropiadas para asegurar la estabilidad de las excavaciones de zanjeo hasta su profundidad total.

3) Las características del lodo bentonítico serán de preferencia las que se indican en la tabla que sigue:

Parámetro	Caso de utilización			Norma de ensayo
	Lodo nuevo	Lodo cerca de la reutilización	Lodo antes del hormigonado	
Masa (g/ml)	<1.10	<1.25	<1.15	
Viscosidad Marsh (s)	32 a 50	32 a 60	32 a 50	API 13 B
Filtrat (ml)	<30	<50	No se aplica	API 13 B



pH	7 a 11	7 a 12	No se aplica	
% de arena (en vol.)	No se aplica	No se aplica	<4	API 13 B
Cake (mm)	<3	<6	No se aplica	API 13 B

Tabla 1. Características del lodo bentonítico

4) El CONCESIONARIO mantendrá la circulación y agitación permanente de la lechada durante la excavación antes de iniciar el hormigonado. Mantendrá la lechada lista para su utilización en todo momento, aún en los periodos en que se detenga el trabajo.

3.5 HORMIGONADO DE LOS PANELES

- 1) Antes de proceder al hormigonado con tolva y tubo "tremie", el CONCESIONARIO utilizará dispositivos de inspección en presencia del SUPERVISOR DE OBRA a fin de demostrar que el panel ha sido excavado completamente y que se ha retirado todo el material excavado y las sedimentaciones posteriores a la excavación. Se deberá retirar de la excavación el hormigón que pudiera haberse deslizado durante la operación de hormigonado de un panel adyacente.
- 2) Todos los muros colados se deberán hormigonar hasta los siguientes niveles:
 - a) Hasta el tope de la pared guía o
 - b) Cuando el tope del muro colado se encuentre por debajo del tope de la pared guía, el hormigón se colocará como mínimo hasta un nivel de 1,00 m por encima del nivel de diseño que consta en los Planos. Si el SUPERVISOR DE OBRA lo decide, esta altura adicional del muro deberá volver al nivel de diseño cuando la cara de la pared quede expuesta. El muro colado podrá ser construido hasta niveles superiores si se utilizara como soporte temporal.
- 3) Cualquier resto de bentonita que pudiera haber quedado dentro de la zanja una vez que se haya efectuado el hormigonado, será desplazado utilizando arena, grava o una mezcla pobre de cemento, según lo decida el SUPERVISOR DE OBRA. Este relleno llegará hasta el tope de las paredes guía
- 4) La construcción se desarrollará dentro de las siguientes tolerancias:
 - a) La distancia mínima entre las paredes guía será la estipulada en el diagrama correspondiente al espesor mínimo de los muros colados más 25mm y la distancia máxima será la estipulada en el diagrama como espesor máximo más 50mm. Las paredes guía deberán ser apuntaladas según las necesidades para mantener estas tolerancias durante la construcción. La línea de referencia estará dada por la cara de la pared guía hacia la zanja y sobre el lado de la zanja más cercano a la excavación subsiguiente. Esta línea de referencia no variará de una línea recta o de un perfil especificado en más de +6 mm en 5.000 mm de longitud de pared y deberá mantenerse así para que no se produzcan cambios bruscos.
 - b) El plano de la cara expuesta del muro colado deberá ser vertical con una tolerancia vertical de 1 en 200. Además de esta tolerancia, se permitirá una tolerancia de 75 mm



para salientes que se encuentren más allá de la cara de la pared como resultante de irregularidades en el terreno.

- c) Cuando se prevean nichos o recesos para encastrados e inserciones dentro del muro, se posicionarán dentro de una tolerancia horizontal y vertical (medidas en el plano del muro) de ± 25 mm para encastrados ubicados a una profundidad de hasta 15 m desde el tope de las paredes guía. Para encastrados ubicados a profundidades que excedan de 15 m, la tolerancia será de ± 100 mm.
- d) Las tolerancias de posición de las barras de armadura serán las siguientes:
- Tolerancia longitudinal en la cabeza de la jaula medida a lo largo de la excavación ± 25 mm
 - Tolerancia vertical en la cabeza de la jaula en relación con el tope de la pared guía ± 25 mm
- e) En todos los niveles se mantendrá un recubrimiento mínimo de la armadura de 75mm.
- 5) Hormigonado con Tolvas
- a) La eliminación de material pesado contaminado con bentonita del fondo de la zanja, se podrá realizar mediante sistemas de bombas elevadoras por aire después de perfilada la excavación de la zanja. Se realizarán pruebas de densidad para asegurar que la densidad de la lechada cerca del fondo de la zanja sea inferior en 1,25 g/ml a la del hormigón antes de la colocación del mismo (ver tabla en el punto 3.4.3).
- b) Se comenzará el colado del hormigón con tolvas en los paneles excavados dentro de las 8 horas de finalizada la excavación de los mismos, y dentro de las 2 horas posteriores a la colocación de la jaula de refuerzo, continuando ininterrumpidamente con la operación de hormigonado. En caso de que se excedan estos tiempos límites, se deberá retirar la jaula de refuerzo, limpiar y proceder a la instalación nuevamente como medida de carácter excepcional (Avisar al SUPERVISOR DE OBRA).
- c) La colocación del hormigón en el panel se hará mediante, al menos, dos tubos, tipo "Tremie" o similar, de diámetro mínimo 6 veces el tamaño máximo o 200 mm, el que resulte mayor. Su disposición será tal que asegure un ascenso del hormigón lo más uniforme posible en toda la sección de hormigonado. Para su introducción, que es posterior a la colocación de las jaulas de armadura, éstas deberán tener previstos espacios libres continuos de al menos 50 x 50 cm en al menos una posición cada 2 metros de panel.
- d) El tubo de la tolva deberá estar limpio, ser a prueba de agua y con un diámetro adecuado para permitir el libre paso del hormigón. La longitud del tubo se extenderá hasta el fondo de la zanja.
- e) El CONCESIONARIO deberá asegurar la disponibilidad del equipamiento e infraestructura necesarios para garantizar que el hormigonado de cada panel se produzca en forma continua, sin interrupciones (las interrupciones excepcionales no podrán ser superiores a media hora), y manteniendo un nivel relativamente parejo de ascenso del hormigón en todos los tubos de hormigonado que se estén utilizando, con un caudal de colado de aproximadamente $15 \text{ m}^3/\text{h}$ en cada tubo.



- f) Los tubos se subirán durante el hormigonado cuidando que su extremo inferior esté siempre al menos 2 metros bajo la superficie ascendente de hormigón

6) Evacuación de la Lechada

El CONCESIONARIO será responsable por la eliminación de la bentonita usada o contaminada o por la lechada contaminada que no resulte apta para su re-utilización. El CONCESIONARIO tomará las precauciones necesarias durante la utilización de la bentonita y durante el transporte de la misma desde y hacia la zona de Obra. La lechada contaminada deberá retirarse del lugar siguiendo las disposiciones indicadas por el SUPERVISOR DE OBRA y/o por las autoridades competentes

3.6 EXCAVACIONES DE LAS ÁREAS INTERIORES A LOS MUROS COLADOS

- 1) La excavación de las áreas interiores a los muros colados se iniciará cuando sea acabado el fraguado del hormigón de los paneles y de todas las estructuras de sostenimiento según el diseño de la ingeniería de detalle.
- 2) La excavación de las áreas interiores a los muros colados deberá ser realizada de preferencia sin deprimir la capa freática alrededor de las obras.
- 3) Para poder excavar la parte superior en seco, se podrá deprimir el nivel del agua dentro de los muros colados hasta un nivel que no comprometa la seguridad contra el levantamiento del fondo, lo que deberá ser justificado con cálculos por el CONCESIONARIO
- 4) Para tramos de excavación realizados bajo agua, El CONCESIONARIO deberá disponer los medios adecuados para asegurar la nivelación del fondo de la excavación de acuerdo con los niveles indicados en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobados para el SUPERVISOR DE OBRA.
- 5) El CONCESIONARIO deberá retirar del sitio de la obra los materiales excavados, transportándolos y depositándolos según lo establecido en la ET 16 Evacuación y depósito del material excavado.
- 6) En el caso de que el CONCESIONARIO estableciera deprimir la capa freática alrededor de las obras, deberá demostrar con cálculos en la Ingeniería de Detalle la estabilidad de las obras en construcción y evaluar con suficiente precisión los desplazamientos inducidos en las zonas adyacentes a las obras y sus efectos sobre las estructuras existentes, tales como edificios, puentes, servicios existentes, etc.
- 7) Durante la excavación de las áreas interiores a los muros colados el CONCESIONARIO deberá realizar cuidadosamente el monitoreo de las estructuras en construcción y de las estructuras existentes, a través de instrumentos para la detección del nivel de la capa freática, de los asentamientos, de las inclinaciones diferenciales del subsuelo, de las deformaciones y de las tensiones en las estructuras, de acuerdo con la ET 07 Monitoreo, y con los planos y las Memorias de Monitoreo del Estudio Definitivo aprobado.



4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 07 Monitoreo, ET 16 Evacuación y depósito del material excavado, ET 25 Armaduras para hormigón, ET 27 Hormigón.



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.21 – Pilotes excavados



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR.....	4
2	PRODUCTOS	4
2.1	CALIDAD DEL CONCRETO.....	4
2.2	ARMADURAS	4
2.3	ENCAMISADO METÁLICO	4
3	EJECUCIÓN	5
3.1	GENERALIDADES.....	5
3.2	PILOTES DE PRUEBA	5
3.3	TOLERANCIAS CONSTRUCTIVAS.....	5
3.4	EJECUCIÓN DE LOS PILOTES.....	6
3.4.1	Conducción de los Trabajos	6
3.4.2	Trabajos de Perforación	6
3.4.3	Trabajos de Concreto	9
3.4.4	Trabajos de Armadura	10
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	10



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para la Ingeniería de Detalle, y para la provisión de los materiales y equipos y la ejecución de pilotes de concreto armado excavados para el sostenimiento del suelo durante las excavaciones, o para las fundaciones de otras obras.

Se entiende por pilotes excavados aquellos cuyo proceso constructivo consiste en la excavación del suelo hasta la cota de fundación y su posterior relleno con concreto armado, en general con diámetros superiores a 0,60m

La excavación o perforación del suelo se ejecutará con equipos mecánicos, con cuchara de almejas o perforadoras rotativas y trépanos

Estos pilotes son capaces de resistir no solamente esfuerzos axiales sino también sollicitaciones de flexión. Los pilotes excavados pueden ser encamisados utilizando tubos metálicos o de concreto, o bien ser ejecutados sin camisa mediante la excavación del suelo en presencia de lodos o líquidos de contención, en el caso de excavación en terrenos que no tengan alta permeabilidad

Las camisas empleadas se pueden considerar perdidas cuando quedan definitivamente incorporadas a la estructura. En éste caso se asignará a las camisas meramente la función de encofrado para el concreto.

Los pilotes deberán ser diseñados de acuerdo con las características del subsuelo definidas a partir de los Estudios de Suelos realizados en la Ingeniería Básica.

Antes de la ejecución de las obras el Concesionario podrá efectuar nuevos estudios de suelos en la Ingeniería de detalle verificando las condiciones del sitio de la obra y del subsuelo. Los programas y arreglos para realizar dichos estudios deberán contar con aprobación previa del Supervisor de Obra y su costo será cubierto por el Concesionario

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para el proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02 2013) -

Para los Ensayos se deberá tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y además el Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17



Para el diseño el Reglamento Nacional de Construcciones y en particular la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

1.3 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

- A. El Concesionario deberá presentar para su aprobación la Ingeniería de Detalle de excavación y colado de los pilotes, incluyendo la memoria de cálculo, los planos y el método de ejecución, los equipos a emplear, la ubicación y las características del pilote de prueba, etc.
- B. El Concesionario deberá presentar esa documentación con la antelación suficiente para permitir la revisión y aprobación por el Supervisor de Obra en los plazos compatibles con el programa de la obra y de acuerdo con la ET 02 Estudios Definitivos - Contenidos mínimos y plazos de entrega.
- C. El Concesionario presentará dentro de los dos días hábiles posteriores a la ejecución, un registro de cada pilote realizado, mediante una planilla aprobada por el Supervisor de Obra. El registro deberá incluir la ubicación, el número del pilote, la fecha y hora de la puesta en obra del concreto, dimensiones del pilote, cota de la punta, cota del terreno, inclinación del pilote, descripción del equipo de excavación empleado, y todo suceso inusual que se produzca al ejecutar los mismos.

2 PRODUCTOS

2.1 CALIDAD DEL CONCRETO

El concreto tendrá una resistencia característica mínima de 21 MPa a los 28 días.

La consistencia del concreto medida por el cono de Abrams será tal que se verifique un asentamiento mínimo de 15 cm, pudiéndose admitir un asentamiento de hasta 18 cm sólo mediante el uso de aditivos superfluidificantes, suficientemente probados y con certificado de no agresividad hacia las armaduras o al mismo concreto.

2.2 ARMADURAS

Las barras no podrán tener diámetro menor de 8 mm y distancias o pasos de helicoide superiores a 30 cm. El recubrimiento neto mínimo de las armaduras más expuestas será de por lo menos 5 (cinco) cm.

No se admitirá tener en cuenta en los cálculos a las camisas como parte integrante de las armaduras.

2.3 ENCAMISADO METÁLICO

Los encamisados para pilotes de concreto colado in situ deberán ser cilíndricos, con un espesor mínimo de $\frac{1}{4}$ " (6.35 mm). Las dimensiones y aspectos de detalle del encamisado serán los que figuren en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobados para construcción. El Concesionario deberá proveer encamisados con resistencia suficiente para impedir que se



produzcan distorsiones, flexiones, o rupturas debido a las presiones del suelo. Se emplearán soldaduras de costura continua en los empalmes del encamisado, para dar mayor resistencia a dicha sección.

3 EJECUCIÓN

3.1 GENERALIDADES

A. El Concesionario proveerá todas las herramientas, equipos y elementos accesorios que sean necesarios para instalar correctamente los pilotes en la forma requerida en los Documentos del Contrato, y para efectuar los ensayos de carga de los pilotes, en caso de que se requieran

B. Los pilotes se colocarán e instalarán con exactitud, en forma vertical o con la inclinación prevista en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobados. La desviación no podrá ser mayor que el 1,5% en el fondo de la excavación. El Concesionario propondrá al Supervisor de Obra las medidas correctivas que fueran necesarias, como por ejemplo instalación de otros pilotes, refuerzos estructurales, etc. cuyo costo estará a cargo del Concesionario.

3.2 PILOTES DE PRUEBA

A. Se construirá un solo pilote de prueba del tipo designado. La ubicación del mismo será propuesta por el Concesionario y aprobada por el Supervisor de Obra.

B. Se instalará el pilote de prueba para determinar la longitud y penetración que se requerirá para el resto de los pilotes

C. Los ensayos de carga se realizarán sobre el pilote de prueba. No se aplicará la carga hasta que el concreto haya adquirido por lo menos el 60% de la resistencia media mínima requerida.

D. Los costos ocasionados por la ejecución del pilote de prueba, y los ensayos de carga y otros ensayos de control de ejecución, se considerarán incluidos en el precio de la provisión e instalación de los pilotes

3.3 TOLERANCIAS CONSTRUCTIVAS

Durante la ejecución de los pilotes no podrán producirse corrimientos en planta superiores a 0,05 d (siendo d el diámetro del pilote) ni defectos de verticalidad con inclinaciones superiores a 1,5 %, salvo que condiciones locales especiales justifiquen tolerancias mayores a juicio del Supervisor de Obra. También podrán ser mayores las tolerancias cuando por razones de distribución de carga en los cabezales las consecuencias sean efectivamente despreciables lo que deberá ser demostrado oportunamente por el Concesionario.

En el conjunto de los pilotes de un mismo grupo se deberá evitar que los efectos de inclinación se produzcan en la misma dirección, y si se produjeran inclinaciones, éstas deberían ser compensadas dando a otros pilotes del mismo grupo la inclinación contraria.



3.4 EJECUCIÓN DE LOS PILOTES

3.4.1 Conducción de los Trabajos

Durante la construcción de los pilotes deberá estar presente en la obra el conductor de la firma ejecutora o su representante. Se preparará un informe de la ejecución de cada pilote para lo cual se confeccionarán adecuados formularios que contengan los datos necesarios, como profundidades de perforación, niveles, características de los suelos excavados, nivel de agua, datos sobre el equipo empleado para los diferentes niveles de perforación, desviaciones, inclinaciones, diámetros, longitudes, calidades y cantidades de concreto, fecha y tiempos de ejecución e interrupciones. Igualmente se deberán indicar las características del lodo de perforación: densidad, viscosidad, dosificación, aditivos a utilizar, etc

El Concesionario propondrá un formulario adecuado para la aprobación por el Supervisor de Obra.

3.4.2 Trabajos de Perforación

A. Equipos de perforación

Los equipos deberán adecuarse a los suelos y a las condiciones del agua de la capa freática.

La selección de estos equipos se hará procurando evitar que los suelos alrededor del pilote y debajo de su punta sean perturbados

Como estas perturbaciones suelen aumentar con el tiempo, habrá que preferir aquellos equipos con los que la perforación se ejecute rápidamente y en los que sea muy corto el tiempo que transcurre entre la terminación de la perforación y la aplicación del concreto

Cuando en las perforaciones se emplea sobrepresión de agua para contener la excavación, esta sobrepresión debe ser alterada lo menos posible por el efecto del émbolo al levantar la herramienta de perforación.

B. Perforación con camisa

La camisa sirve para evitar perturbaciones en el entorno de la excavación. La camisa es indefectiblemente necesaria cuando los suelos atravesados no son estables aún con el empleo de un líquido de contención, cuando pueden ocurrir desprendimientos de la pared de la perforación y cuando son de alta permeabilidad. Igualmente es necesario emplear una camisa en la ejecución de la parte sumergida de pilotes que se construyen en el agua.

Al utilizarse camisas se deberá demostrar la resistencia de las mismas, bajo la acción de las cargas más desfavorables que pueden producirse durante los procesos constructivos. Al perforar bajo el nivel de la capa de agua habrá que mantener constantemente una sobrepresión en el caño camisa mediante agua o mediante un líquido de contención (generalmente lodo bentonítico), siempre que exista la posibilidad de una rotura hidráulica del suelo hacia el interior de la perforación o que puedan afluir partículas de suelo arrastradas con la entrada de agua de la capa freática.

Para evitar perturbaciones debajo de la perforación durante la ejecución de la misma, la camisa debe adelantarse al progreso de la perforación en una medida que depende del tipo de suelo. En suelos cohesivos blandos y en suelos no cohesivos, en especial en arena fina, bajo el nivel



de la capa freática, en general es necesario un avance de una longitud de hasta la mitad del diámetro de la perforación.

Cuando es de temer la entrada del suelo por la base de la perforación o si se observa tal entrada, habrá que aumentar el avance o habrá que aumentar la sobrepresión del líquido de contención. Cuando el suelo no permita el aumento del avance habrá que optar por la segunda alternativa, eventualmente mediante la aplicación de tubos de prolongación de la camisa por encima del nivel del terreno. En suelos cohesivos duros no siempre es posible lograr el avance, sin embargo la herramienta de perforación no deberá ir más abajo que el extremo de la camisa y ésta deberá seguir de cerca a la herramienta de perforación. Para cumplir con estos requisitos, además del momento torsor que se aplique a la camisa habrá que disponer de una fuerza vertical suficiente para presionarla hacia abajo.

Los encamisados metálicos se impulsarán hasta la profundidad o penetración requeridas. Finalizada la colocación, y antes de colocar el concreto y la armadura, se revisarán los encamisados para controlar cualquier derrumbe o reducción de diámetro. Los encamisados mal impulsados, rotos, o con derrumbes parciales serán reemplazados por el Concesionario a su costo. Se considerará como derrumbe parcial del encamisado cualquier derrumbe que reduzca su diámetro en cualquier punto, hasta menos del 80 por ciento de su diámetro original en dicho punto. El encamisado se reemplazará retirándolo en su totalidad, e introduciendo otro en su lugar. No podrá colocarse un encamisado dentro de otro ya introducido. Si resultara imposible o impracticable el retiro del encamisado deficiente, según lo determine el Supervisor de Obra, el Concesionario dispondrá las medidas correctivas que fueren necesarias, las que deberán ser aprobadas por el Supervisor de Obra.

Cuando se ha alcanzado la profundidad deseada habrá que extraer el suelo hasta el filo inferior de la camisa, para impedir que se produzcan en el suelo perturbaciones debajo del extremo del pilote en esa zona al extraer luego la camisa. Como el fondo de la perforación en ese estado está más expuesto al peligro de perturbación por la ausencia de la carga de suelo correspondiente al avance de la camisa, habrá que hormigonar el pilote sin pérdida de tiempo después de esa limpieza de fondo. Para evitar perturbaciones en el suelo alrededor del pilote cuando se perfora con camisa, el saliente de la corona de corte en el extremo inferior de ella deberá ser lo más pequeño posible; no se permitirá el descenso de las camisas con la ayuda de lanzas de inyección de agua.

Los encamisados que se introduzcan deberán estar limpios y sin agua, antes de ser colocados el concreto y la armadura en su interior. El Concesionario dispondrá lo necesario para asegurar que el concreto dentro del pozo sea denso y homogéneo. Cuando deba retirarse el encamisado, se retirará del pozo a medida que se coloca el concreto en su interior. La parte inferior del encamisado se mantendrá a una profundidad no mayor que 1,5 m ni menor que 0,3 m por debajo de la superficie del concreto, salvo que el Supervisor de Obra autorice una forma distinta. Se evitará que el concreto sufra daños durante el retiro del encamisado.

Podrán impulsarse encamisados en pozos previamente perforados, en los casos que autorice el Supervisor de Obra. Los pozos tendrán un diámetro no mayor que el diámetro de la camisa a la altura de la superficie del suelo. El Concesionario ajustará la profundidad del pozo previamente perforado a medida que avanza el trabajo, para mantener una profundidad adecuada. Los encamisados se impulsarán lo suficiente como para asegurar que se llegue a la profundidad total. El encamisado deberá penetrar como mínimo 1,5 m por debajo del fondo del



pozo previamente perforado, salvo que el Supervisor de Obra autorice otro valor. Los encamisados introducidos por impacto deberán protegerse con un cabezal correctamente instalado, taco de amortiguación y acolchado sobre el pilote, con diseño adecuado para las condiciones en las que deba aplicarse el impulso.

Cuando los encamisados de los pilotes se encuentren totalmente introducidos, revisados y aprobados, se los cortará en forma perpendicular al eje del pilote, a la cota requerida.

C. Perforación sin camisa

En suelos estables puede prescindirse del caño camisa. Cuando se ejecuten perforaciones sin camisa en capas de suelos que tienen tendencia al desmoronamiento y/o fluencia de las paredes de la excavación éstas deberán ser sostenidas con la presión de un líquido de contención, siempre que los suelos no sean de alta permeabilidad. En ese caso también puede ser conveniente introducir una camisa a posteriori. En la ejecución de pilotes sin camisa de perforación en suelos no cohesivos, por ejemplo en suelos heterogéneos permeables, pueden producirse perturbaciones alrededor del pilote y en suelos cohesivos pueden producirse ablandamientos en la pared de la perforación. Al emplear lodo bentonítico como líquido de contención, la capacidad portante del pilote puede ser afectada por la formación de bolsones de arcilla y/o detritus. Para lograr el volumen de la perforación correspondiente al diámetro de proyecto habrá que controlar la profundidad de la misma y el consumo de concreto.

Como las perturbaciones y los ablandamientos del suelo en el contorno de la perforación, aumentan con el tiempo se deberá colocar el concreto en los pilotes inmediatamente después de la perforación. La parte superior de la perforación deberá ser sostenida contra desmoronamientos mediante un tramo de camisa de longitud mínima igual a 2,00 m

D. Sobrepresión del líquido de contención al perforar

La sobrepresión necesaria para sostener las paredes de una perforación no encamisada es en función del tipo de líquido que se emplea, del diámetro de la perforación, de la calidad de los suelos, y especialmente de la resistencia de éstos. Cuando el nivel de la capa de agua está muy alto puede ser necesario prolongar el encamisado por sobre el nivel del terreno para conseguir la sobrepresión adecuada.

En perforaciones sin camisa, por este motivo, puede ser necesario encamisar por lo menos la parte superior de la perforación hasta superar el nivel del terreno. En todos los casos se dejará librado a la experiencia del constructor de los pilotes y a su responsabilidad, la elección de la apropiada sobrepresión y selección del líquido de contención conveniente

E. Obstáculos en la perforación

Cuando haya que eliminar obstáculos habrá que evitar toda perturbación en el suelo. No se admite apoyar a los pilotes sobre un obstáculo que se encuentre sobre el nivel de fundación prescrito, las perforaciones abandonadas deberán ser rellenas correctamente con suelo apropiado o con concreto.

F. Control de la calidad de los suelos

Al perforar se deberá observar cuidadosamente el comportamiento de los suelos. Para cada pilote se dejará constancia de su longitud de empotramiento en el suelo portante. Para ratificar y completar la investigación geotécnica, se deberá anotar los espesores de las diferentes



capas de suelo. Cuando se observen discrepancias que den lugar a dudas, se deberá intensificar la investigación geotécnica

G. Lodo de perforación

Cuando sea necesario utilizar fango para asegurar la estabilidad de las paredes durante el proceso de perforado, éste será preparado mezclando agua con bentonita u otro agente que asegure el efecto tixotrópico que se pretende.

El lodo bentonítico será inyectado desde el fondo de la perforación y mientras esta avanza generando un flujo ascendente que arrastre el material excavado en suspensión fuera de la perforación. Esta circulación se mantendrá luego de alcanzada la profundidad total de perforación y hasta que, a nivel de la boca de perforación, dicho lodo no contenga material sólido susceptible de decantar y acumularse en el fondo de la perforación.

El Concesionario deberá controlar que la densidad del lodo que fluye hacia el exterior de la perforación sea equivalente a la densidad del lodo inyectado, con una tolerancia prefijada según la técnica de excavación

El Concesionario propondrá en cada caso los valores de densidad del lodo que utilizará en la perforación.

El fango bentonítico que sale de la excavación, durante el perforado arrastrando los detritus o el que es expulsado durante el proceso de la puesta en obra del concreto, debe ser conducido sin pérdida hacia depósitos adecuados. Si el fango recuperado se reocircula debe ser limpiado para que recupere sus características tixotrópicas. En todos los casos la mezcla de agua con el agente tixotrópico será realizada con elementos mecánicos adecuados que aseguren la densidad prefijada y la continua eliminación de elementos extraños. La proporción o dosificación, así como también la densidad de la mezcla deberán ser aprobados previamente por el Supervisor de Obra y serán adecuados al tipo de terreno a perforar. Durante la ejecución de los trabajos se controlará la viscosidad y la densidad del fango para asegurar sus características prefijadas. Deberá estudiarse previamente la acción de las aguas de la capa freática sobre la estabilidad química coloidal del lodo de perforación

3.4.3 Trabajos de Concreto

A. Generalidades

Para la producción, transporte y colocación del concreto vale lo establecido en la especificación ET 26 Concreto

B. Colado de concreto

Al colar el concreto se deberá asegurar que este llegue al extremo inferior del pilote con la consistencia y dosificación previstas, que no se desmezcle o segregue, que no se ensucie y que la columna de concreto no se interrumpa ni se estrangule.

Para eso, en perforaciones libres de agua y secas, se deberá poner en obra el concreto a través de tubos que al iniciar el colado lleguen hasta el fondo de la perforación. Dentro del agua de la capa freática el concreto tendrá que ser colocado mediante un tubo de colado que deberá introducirse suficientemente en el concreto ya vertido, para que la columna de concreto colado no se corte y para que no se introduzca agua en el tubo



Siempre se deberá poner en obra el concreto de los pilotes sin demoras, con velocidad uniforme y sin interrupciones. Para evitar las consecuencias desfavorables de una corta interrupción excepcional en el proceso de colado de concreto deberán emplearse aditivos retardadores de fragua del concreto.

C. Extracción de las camisas

Al extraer las camisas de perforación se deberá cuidar que la columna de concreto no se corte ni se estrangule. La columna de concreto dentro del caño camisa deberá tener la altura suficiente para que produzca una sobrepresión suficiente contra el agua de la capa freática y contra el suelo, que tiende a moverse lateralmente hacia el concreto

3.4.4 Trabajos de Armadura

A. Generalidades

Las características mecánicas de los aceros a emplear serán indicadas en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobada, y de acuerdo con las Normativas Peruanas y las Especificaciones Técnicas de este Pliego.

B. Construcción

La armadura que se prefabrica en forma de canasto deberá ser rigidizada de tal manera que no se deforme durante el transporte y la colocación. Se deberá asegurar la correcta colocación de la armadura preferentemente mediante un dispositivo de suspensión. El recubrimiento prescrito, deberá ser asegurado mediante separadores adecuados. Se deberá adoptar las medidas apropiadas, para evitar que la armadura se levante al extraer el caño camisa.

Hay que tener cuidado que las espirales de acero que formen la canasta no sean soldadas a las barras de armadura, o sea que el acero de las barras sea soldable por evitar que el choque térmico haga la barra frágil y la barra se pueda cortar

El Concesionario propondrá el sistema de empalme de armaduras sujeto a la aprobación del Supervisor de Obra.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 20 Muros colados ET 24 Armaduras ET 26 Concreto



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.22 – Membranas geotextiles



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE DE ESTA ESPECIFICACIÓN	3
1.2	DESCRIPCIÓN	3
1.3	REFERENCIAS	3
1.4	DOCUMENTACION A PRESENTAR	3
2	PRODUCTO	4
3	EJECUCIÓN	5
3.1	MÉTODO CONSTRUCTIVO – COLOCACIÓN DE LA MEMBRANA	5
3.2	CONDICIONES PARA LA RECEPCIÓN	5
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	5



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE DE ESTA ESPECIFICACIÓN

Esta especificación cubre los requerimientos para la provisión e instalación de membranas geotextiles.

1.2 DESCRIPCIÓN

Se trata de un material textil flexible, no tejido, presentado en forma de láminas, constituido por filamentos continuos de polímeros sintéticos (polipropileno y poliéster) unidos mecánicamente sin soldadura. La trama del textil debe permitir la permeabilidad al agua en los sentidos normal y radial de la lámina. Las capas de fibras sintéticas continuas, unidas mecánicamente, deben estar exentas de defectos (zonas raleadas, agujeros o acumulación de fibras).

Estas membranas se utilizan con la finalidad de evitar posibles erosiones, cumplir funciones de drenaje y separar tierras de diferente granulometría estabilizando el terreno.

1.3 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para el proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - CAPITULO V SECCIÓN 511 Geotextiles

Para los Ensayos se deberá tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y, además, el vigente Manual aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

1.4 DOCUMENTACION A PRESENTAR

A. El Concesionario deberá presentar muestras del material que propone colocar, adjuntando la documentación del fabricante que garantice que el mismo cumple con esta especificación.

B. Esa documentación deberá ser presentada con antelación suficiente a la compra del material, para permitir la revisión y aprobación por el Supervisor de Obra en los plazos compatibles con el programa de la obra y de acuerdo con lo establecido en la ET 102.



2 PRODUCTO

Las características mecánicas, hidráulicas y físicas de la membrana que proponga el Concesionario, y las normas para la verificación de su cumplimiento serán las indicadas en la tabla siguiente:

REQUERIMIENTOS PARA GEOTEXILES NO TEJIDOS Material textil flexible, no tejido, presentado en forma de láminas y constituido por filamentos continuos de poliéster unidos mecánicamente, y estabilizados contra la acción de la radiación U.V.

Características	Un.	Valor requerido	Norma
MECÁNICAS			
Resistencia mínima a la tracción en cualquier sentido – Carga distribuida	kN/m	19,3	ASTM D 4595; ISO 10319
Alargamiento mínimo a rotura en cualquier sentido	%	45	ASTM D 4595; ISO 10319
Resistencia mínima al desgarre trapezoidal en cualquier sentido	kN	0,45	ASTM D 4533
Resistencia mínima al punzonado (Pisón CBR)	kN	3,50	DIN 54307 ISO 12236
Resistencia mínima al reventado	MPa	2,50	ASTM D 3786
HIDRÁULICAS			
Abertura de filtración comprendida entre	μ	110 y 80	ISO 12956 AFNOR G 38017
Permeabilidad normal mínima	cm/s	0,20	ISO 11058; ASTM D 4491
FÍSICAS			
Aspecto: "Las capas deben estar exentas de defectos tales como zonas raleadas, agujeros o acumulación de filamentos"			
Color: "No se admiten materiales cuyos polímeros constituyentes no hayan sido estabilizados contra los rayos ultravioletas (p. Ej. productos blancos o incoloros) "			
Masa:	g/m ²	300 ± 15%	ISO 9864; ASTM D 5261



3 EJECUCIÓN

3.1 MÉTODO CONSTRUCTIVO – COLOCACIÓN DE LA MEMBRANA

Los rollos que se reciban en obra estarán bien protegidos para resguardar el material y facilitar su maniobra. La colocación del material será realizada con personal especializado. El Supervisor de Obra controlará, especialmente, la competencia del personal y podrá rechazarlo a su juicio exclusivo.

El Concesionario será responsable de la colocación de la membrana, la que en su posición definitiva siempre estará cubierta por material suprayacente. La operación del tendido del geotextil se hará de modo tal que los solapes por superposición tengan un ancho no menor de 0.30 m. En ningún caso se permitirá que el geotextil quede expuesto a los rayos ultravioletas por más de 90 días.

3.2 CONDICIONES PARA LA RECEPCIÓN

Los trabajos serán aceptados cuando las mediciones y verificaciones realizadas por el Supervisor de Obra, tales como área de colocación, solapes en las juntas y ausencia de daños en la membrana, se verifiquen dentro de las indicaciones del proyecto o lo ordenado por el Supervisor de Obra.

Salvo causas debidamente justificadas a juicio del Supervisor de Obra, se dará comienzo a la colocación de los gaviones o colchonetas de gaviones que estarán en contacto con la membrana, inmediatamente después de finalizados los trabajos de colocación del geotextil. De no ocurrir esto, todos los trabajos de conservación de las membranas y su disposición in situ, estarán a cargo del Concesionario.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La documentación licitatoria comprende todas las especificaciones técnicas incluidas en este pliego; no obstante, se refiere la siguiente especificación que tiene relación directa con la presente: ET 1 Especificaciones técnicas prestacionales.



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.23 – Encofrado del hormigón



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	PRESENTACIONES.....	3
2	PRODUCTOS	3
2.1	GENERALIDADES.....	3
2.2	TIPOS DE ENCOFRADOS	4
2.3	SEPARADORES DEL ENCOFRADO.....	4
3	EJECUCIÓN	4
3.1	GENERALIDADES.....	4
3.2	DIMENSIONAMIENTO DEL ENCOFRADO	5
3.3	CONSTRUCCIÓN.....	5
3.4	ANDAMIAJE O ESTRUCTURA PROVISORIA	6
3.5	RETIRO DE LOS MATERIALES DE ENCOFRADO Y ESTRUCTURA PROVISORIA.....	7
4	CONTROL DE CALIDAD	7



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para el suministro de todos los materiales de trabajo, construcción, montaje y retiro de encofrados y estructuras provisionales para ejecutar las estructuras de hormigón armado de las obras.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para el proyecto específico.

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) -

Para los Ensayos se deberá tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y, además, el vigente Manual aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

Para el diseño, el Reglamento Nacional de Construcciones y, en particular, la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

1.3 PRESENTACIONES

- 1) El Concesionario deberá presentar para su aprobación por el *Supervisor de Obra*, las memorias de cálculo y los planos detallados de los encofrados propuestos y sus sistemas de sostén y apuntalamiento según lo indicado en la ET 1.

Los planos deberán tener claramente detallado el replanteo del encofrado, las dimensiones de todos sus componentes, los esfuerzos más desfavorables, tipo de materiales a usar, el medio de protección que se le dará a las estructuras existentes y las condiciones reales del suelo de apoyo.

- 2) El Concesionario también deberá presentar folletos y catálogos ilustrativos y/o muestras de los separadores y de todos los otros accesorios necesarios para posicionar firmemente el encofrado y las barras de acero de manera tal que impida todo movimiento de los mismos.

2 PRODUCTOS

2.1 GENERALIDADES

Los encofrados, apuntalamientos, andamios y toda estructura de carácter temporal serán construidos con madera, chapas de acero, perfiles o tubos metálicos u otros materiales de características igualmente satisfactorias. La madera a utilizar deberá ser de material nuevo.



2.2 TIPOS DE ENCOFRADOS

1) **Encofrado Ordinario:** Los encofrados ordinarios serán de madera no cepillada, metal o cualquier otro material adecuado y aprobado. Este tipo de encofrado se usará cuando las superficies de hormigón no necesiten una terminación específica. También se usarán cuando las superficies de hormigón sean cubiertas con posterioridad con rellenos, otros hormigones o revoques.

2) **Encofrado para superficie pulida (terminación a la vista):** Los encofrados para superficie pulida serán requeridos en todas las estructuras hidráulicas, en superficies que quedarán expuestas a la vista en forma permanente o para elementos de hormigón premoldeados. Los encofrados serán resistentes y ajustados con precisión a las formas establecidas, se construirán de manera que la superficie de hormigón presente un aspecto liso y uniforme. Los encofrados se deberán construir con tablas planas de madera cepillada y de espesor uniforme, chapas de acero, madera terciada o compensada, paneles fenólicos u otros materiales, con dimensiones regulares, con bordes escuadrados, en hojas dispuestas vertical u horizontalmente en una manera uniforme, que permitan obtener superficies lisas, durables y libres de defectos. No se permitirán defectos locales tales como madera terciada astillada o abolladuras en la chapa metálica. Las juntas en los encofrados deberán coincidir con los elementos arquitectónicos o cambios de dirección de la superficie. Previo a su utilización, todos los materiales tienen que ser aprobados por el Supervisor de Obra.

3) Los encofrados a utilizar para la superficie interior de los elementos premoldeados para el revestimiento del túnel se construirán con chapas de acero soldadas, respetando las tolerancias dimensionales especificadas en la ET 31 y ET 28.

2.3 SEPARADORES DEL ENCOFRADO

Los separadores de encofrados y armaduras deberán ser suficientemente rígidos para no sufrir deformaciones durante las etapas de montaje del encofrado y la colocación y compactación del hormigón fresco. Deberá utilizarse un tipo de separador que asegure la estanqueidad de la estructura. Previo a la compra de los separadores a utilizar estos deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra.

3 EJECUCIÓN

3.1 GENERALIDADES

1) Se deberá usar encofrado para confinar y dar forma al hormigón en todos los casos en los que no se explicita lo contrario o cuando sea previamente acordado con el Supervisor de Obra.

2) El Concesionario asumirá completa responsabilidad del proyecto, cálculo y construcción de todo el sistema de encofrados con sus elementos de sostén y apuntalamiento. Estas estructuras temporales, hasta el momento de su remoción o sustitución por las permanentes, deben proporcionar el mismo grado de seguridad que estas últimas. Cualquier estructura temporal que, al exclusivo criterio del Supervisor de Obra, no presente la seguridad requerida



o sea inadecuada para su función en cualquier sentido, deberá ser removida y reemplazada inmediatamente. El costo de esta operación lo cubrirá el Concesionario.

3) Se deberá estudiar e implementar las medidas necesarias para que los bordes de los encofrados sean ajustados y alineados correctamente para prevenir desplazamientos relativos de los mismos y defectos en la superficie del hormigón terminado.

4) Antes de colocar el hormigón, el interior de los encofrados deberá ser limpiado cuidadosamente para eliminar todo resto de tierra, lechada e impurezas diversas.

3.2 DIMENSIONAMIENTO DEL ENCOFRADO

1) Los encofrados serán resistentes, rígidos y suficientemente indeformables como para mantener las formas, dimensiones, niveles y alineamientos especificados en los planos de ejecución y garantizar las tolerancias de terminación requeridas. Sus superficies estarán libres de cualquier defecto y deberán ser estancos para evitar la pérdida de mortero durante las operaciones de hormigonado.

2) Las secciones y dimensiones de los encofrados se calcularán para resistir sin hundimientos, deformaciones ni desplazamientos perjudiciales y con toda la seguridad requerida, la combinación de los esfuerzos de cualquier naturaleza que produzcan las tensiones más desfavorables. Se deberán tener especialmente en cuenta los efectos ocasionados por los trabajos de colocación y compactación del hormigón fresco mediante vibración mecánica de alta frecuencia, las sobrecargas y otros esfuerzos dinámicos.

3.3 CONSTRUCCIÓN

1) Todas las superficies verticales de elementos de hormigón deberán ser encofradas excepto en los casos cuando el hormigón se coloque directamente en contacto con el suelo. El colado de hormigón sin encofrado y sin lodo bentonítico sólo será permitido en casos en que el suelo no sea susceptible de socavación o derrumbe, y cuando además el elemento a hormigonar sea de poca altura, no mayor que 1.50 m.

2) El encofrado de madera en mal estado deberá ser retirado del sitio de los trabajos, no se permite la utilización de madera mal estacionada ni los encofrados que hayan estado expuestos al viento y al sol durante un tiempo prolongado. Solamente con la aprobación previa del Supervisor de Obra se podrá reutilizar madera ya empleada, en este caso la misma se limpiará cuidadosamente, se extraerán los clavos, se verificará que las tablas sean rectas y sin combaduras. Se alisará con papel de lija o una lijadora hasta obtener una superficie de textura uniforme.

3) Para facilitar la Inspección y limpieza de los encofrados y la colocación y compactación del hormigón, se dejarán aberturas provisorias de formas y dimensiones adecuadas en el pie de cada etapa de hormigonado de muros, pilares y columnas y a distintas alturas y a distancias horizontales no mayores de 2.50 metros entre sí. Se procederá de la misma manera en todo encofrado profundo o de difícil acceso para inspección o limpieza.



- 4) En todos los casos, los separadores, bulones, pernos, y otros elementos metálicos que se utilicen como uniones internas para armar y mantener a los encofrados en sus posiciones definitivas, se dispondrán en forma tal que todo material metálico (incluso alambres) tengan los recubrimientos mínimos de hormigón que se indican para las armaduras. Previo a la compra de los separadores y accesorios a utilizar estos deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra.
- 5) La remoción de las tuercas o extremos de los separadores u otro elemento de unión, sean metálicos o no, se realizará sin perjudicar la superficie del hormigón y de modo tal que las cavidades dejadas por aquellas sean del menor tamaño posible. El relleno de estas cavidades se realizará con mortero de razón agua/cemento menor o igual que el de la estructura y asegurando una perfecta adherencia con el hormigón endurecido. Se podrá proponer la utilización de otros materiales como por ejemplo: morteros especiales pre-elaborados de contracción controlada, masilla elástica poliuretánica, etc.

El procedimiento de aplicación y el material a utilizar deberá contar con la aprobación previa del Supervisor de Obra

- 6) Si en los planos de construcción no se establece lo contrario, en todos los ángulos y rincones de los encofrados de estructuras expuestas se colocarán molduras de madera cepillada conformando un triángulo rectángulo con catetos de 2,30 cm.
- 7) El retiro de los encofrados, apuntalamientos y sus elementos de sostén se podrá realizar cuando el hormigón haya alcanzado el nivel de resistencia necesaria para que el elemento estructural tenga la capacidad portante suficiente para resistir las cargas actuantes en el momento de iniciar la remoción, con el grado de seguridad considerado en la Memoria de Cálculo.
- 8) Antes de iniciar las tareas de remoción, el Concesionario informará al Supervisor de Obra el programa de trabajos, la fecha en que propone realizar las tareas y la resistencia obtenida del hormigón. Los trabajos se iniciarán con la autorización previa del Supervisor de Obra.
- 9) Para sacar el encofrado se deberá proceder con mucho cuidado de manera de no causar ningún daño al hormigón. El encofrado deberá mantenerse en buenas condiciones, particularmente su forma, dimensiones, resistencia, rigidez, estanqueidad y suavidad de su superficie. Antes de colocar el hormigón, el encofrado deberá estar perfectamente limpio.

3.4 ANDAMIAJE O ESTRUCTURA PROVISORIA

- 1) El Concesionario será responsable del dimensionamiento, construcción, mantenimiento y seguridad de todo el andamiaje. Esto incluirá los andamios, pasarelas, escaleras y accesorios similares. 2) Todo el andamiaje deberá dimensionarse y construirse con la rigidez y resistencia necesaria para soportar con seguridad todas las cargas impuestas. El andamiaje que será usado para soportar la superestructura, deberá dimensionarse para soportar todas las cargas impuestas por ésta con el mismo grado de seguridad que la estructura definitiva. 3) El andamiaje deberá colocarse en fundaciones sólidas, con suficiente seguridad y protegidas de asentamientos en el suelo. Cuando el andamiaje sea soportado por una estructura existente, las cargas impuestas por el andamiaje deberán distribuirse de manera que no cause daño a ésta.



3.5 RETIRO DE LOS MATERIALES DE ENCOFRADO Y ESTRUCTURA PROVISORIA

Los elementos de encofrado, andamiaje y apuntalamiento quedarán como propiedad del Concesionario una vez terminada la obra, y se retirarán del emplazamiento a su cargo.

4 CONTROL DE CALIDAD

Para los hormigones colados in situ, las tolerancias dimensionales y de posición respecto a los valores indicados en los planos serán las siguientes:

1. Diferencia de nivel: en superficies horizontales o inclinadas se admitirá una variación máxima en las cotas de 5,0 mm en una longitud de 3,0 metros.
2. Alineación horizontal: se admiten desviaciones máximas de 5,0 mm en hasta 6,0 metros.
3. Alineación vertical: se admiten desviaciones de hasta 5,0 mm en 3,0 metros.
- 2) La tolerancia en las distancias "d" (en mm) entre paneles de encofrados no será mayor que $\pm 10 \sqrt{3 \times d}$, limitada a un valor máximo de 25,0 mm.
- 3) Los encofrados para el revestimiento interior del túnel deberán poder garantizar las tolerancias de terminación indicadas en la ET 08 Servicios Topográficos.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 24 Armaduras Para Hormigón, ET 26 Hormigón, ET 28 Hormigón Premoldeado, Et 30 Construcción y revestimiento de túneles excavado con TBM



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.24 – Armaduras para hormigón



ÍNDICE

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	PRESENTACIONES.....	3
1.4	CONTROL DE CALIDAD DE FÁBRICA.....	4
2	PRODUCTOS	4
2.1	MATERIALES.....	4
3	EJECUCIÓN	5
3.1	REQUISITOS GENERALES	5
3.2	POSICIONADO Y FIJACIÓN	6
3.3	RECUBRIMIENTO DE LA ARMADURA	6
3.4	ACOPIO E IDENTIFICACIÓN	6
3.5	ANCLAJE DE ARMADURAS EN PERFORACIONES:	7
3.6	COSTRUCION DE ARTEFACTOS TEMPORALES CON TECNICA "SOFT-EYE"	7
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	7



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para el suministro de toda la mano de obra, los materiales y los equipos requeridos para la provisión y colocación de armaduras para todos los hormigones que constan en los planos y requeridos en el presente pliego de condiciones.

En todas aquellas situaciones de excavación mecanizada con TBM, todas las veces que sea necesario proceder a una demolición o retirada de dovelas prefabricadas, o entre pantallas, es útil sustituir la armadura metálica por una armadura sintética en fibra de vidrio, que puede ser cortada o demolida con los medios normales de excavación.

Dado que este tipo de armadura en fibra de vidrio no está normalizado se definirán las características y las normas de referencia para su empleo.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para el proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) - CAPITULO V DRENAJE Sección 504 Acero de refuerzo

Para los Ensayos se deberá tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y, además, el Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

Para el diseño, el Reglamento Nacional de Construcciones y, en particular, la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

Para la armadura en fibra de vidrio, las normas italianas CNR DT203/2006. "Instrucciones para el proyecto, ejecución y control de estructuras de hormigón armado con barras de FRP (material fibra reforzado) "

American Concrete Institute (ACI). 440-1 R 03. 2003 " Guías para el diseño, ejecución y control de estructuras de hormigón armado con barras de material compuesto fibroreforzado"

1.3 PRESENTACIONES

1) El CONCESIONARIO deberá presentar memorias de cálculo estructural y los planos de armadura, con una antelación de al menos 30 días antes de comenzar la obra detallada.

2) Los planos de armadura consistirán en detalles y listas de barras y planos de colocación.

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"

Página 3 de 7



3) Al realizar los planos, se deberá indicar el tamaño, espacio, ubicación y cantidades de barras con códigos identificadores a fin de permitir la correcta ubicación, sin necesidad de referirse a los planos de estructuras.

1.4 CONTROL DE CALIDAD DE FÁBRICA

1) El CONCESIONARIO deberá proveer al SUPERVISOR DE OBRA una copia certificada del informe con la evaluación estadística del control de calidad en fábrica del acero para las armaduras, en el que se indique los resultados de los ensayos físicos y mecánicos y del análisis químico correspondiente a cada tipo de acero, con una antelación de como mínimo 5 semanas antes de comenzar con el trabajo de doblado de las barras de acero.

2) Al momento de su solicitud, se deberá informar al SUPERVISOR DE OBRA sobre la fuente propuesta del material a suministrar.

2 PRODUCTOS

2.1 MATERIALES

1) Las barras y mallas de acero utilizados en la construcción de estructuras de hormigón armado, cumplirán los requisitos establecidos en las siguientes normas

Barras de refuerzo

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en el proyecto: AASHTO M-31 y ASTM A-706.

Cuando en los planos del proyecto está prevista barras de refuerzo galvanizado, ésta debe cumplir la norma ASTM - A767.

Alambre y mallas de alambre

Deberán cumplir con las siguientes normas AASHTO, según corresponda: M-32, M-55, M-221 y M-225.

2) Tipos de Acero a utilizar:

1. Barras de acero conformadas, de dureza natural (ADN-420), o de dureza natural soldables (ADN-420 S), con las siguientes características mecánicas:

- Resistencia característica a la tracción: $\beta_z \geq 5000 \text{ kg/cm}^2 = 500 \text{ MN/m}^2$

- Tensión de Fluencia característica: $\beta_s \geq 4200 \text{ kg/cm}^2 = 420 \text{ MN/m}^2$

2. Armadura de Acero Dúctil (AL-220)

- Resistencia característica a la tracción: $\beta_z \geq 3400 \text{ kg/cm}^2 = 340 \text{ MN/m}^2$

- Tensión de fluencia característica: $\beta_s \geq 2200 \text{ kg/cm}^2 = 220 \text{ MN/m}^2$

3. Mallas de Acero Soldadas (AM-500)

- Resistencia característica a la tracción: $\beta_z \geq 5500 \text{ kg/cm}^2 = 550 \text{ MN/m}^2$



- Tensión de fluencia característica: $\beta_s \geq 5000 \text{ kg/cm}^2 = 500 \text{ MN/m}^2$

3) Los aceros normalizados cuya identificación y características no se incluyen arriba, podrán utilizarse con autorización del SUPERVISOR DE OBRA, en aquellos casos en que su empleo resulte compatible con las características de servicio de la estructura y se haya justificado satisfactoriamente el método de cálculo utilizado.

3 EJECUCIÓN

3.1 REQUISITOS GENERALES

1) Las armaduras se deberán colocar con precisión de la manera que se muestra en los planos de proyecto detallado y deberán ser soportadas y atadas para prevenir cualquier desplazamiento. Antes de colocar las armaduras en elementos estructurales de fundación, se deberá ejecutar un hormigón de limpieza y nivelación sobre el suelo de apoyo, el que será previamente limpiado, compactado y alisado y luego cubierto por una capa de no menos de 10,0 cm de espesor de hormigón simple de calidad no inferior a un H-21.

2) Empalmes de armaduras solamente se deberán usar en las localizaciones que se muestra en los planos de proyecto detallado. Si es necesario hacer empalmes en otros puntos, esta localización deberá ser aprobada por el SUPERVISOR DE OBRA. Se prohíbe el contacto de barras de distintas características o tipos de acero con otros elementos metálicos, a los efectos de evitar la posibilidad que se originen fenómenos de corrosión.

3) Las varillas de acero deberán en todo momento mantenerse protegidas de condiciones que puedan causar corrosión antes de que estas se coloquen en el hormigón. Se tendrá especial cuidado en asegurar que todas las armaduras y sus ataduras o cualquier elemento metálico en contacto con ellas queden protegidos mediante el recubrimiento mínimo de hormigón establecido en cada caso.

4) Las superficies de la armadura deberán limpiarse completamente de manera que al iniciar el hormigonado las mismas se encuentren libres de cualquier residuo de mortero, pasta de cemento, polvo, grasas, aceites, óxido, mugre o cualquier otra sustancia extraña capaz de reducir la adherencia hormigón-acero. Si hay alguna demora en la colocación del hormigón, la armadura deberá ser inspeccionada nuevamente y limpiada si fuese necesario.

Antes de hormigonar se deberá obtener la aprobación del SUPERVISOR DE OBRA del material de refuerzo y su colocación.

5) Los detalles constructivos de las armaduras (longitudes de anclaje y empalme, dimensiones de ganchos, diámetro de los mandriles de doblado, separaciones entre barras, etc.) responderán a lo establecido en el Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

6) Sólo se permitirá la soldadura de barras de acero de dureza natural soldable. Los trabajos de soldadura se harán de acuerdo con la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado" y el personal deberá estar calificado.



3.2 POSICIONADO Y FIJACIÓN

- 1) Las barras que constituyen la armadura principal se vincularán firmemente con los estribos y las barras de repartición o zunchos de manera tal que garantice su inmovilidad.
- 2) Después de verificada su forma y dimensiones, las armaduras se colocarán en las posiciones indicadas en los planos o planillas, con una tolerancia de ± 5 mm (cinco milímetros) en todas sus direcciones en relación a su posición teórica.
- 3) Para asegurar el mantenimiento de las posiciones definitivas de las armaduras y las separaciones establecidas entre las barras y el encofrado durante la colocación, compactación y terminación del hormigón y durante su fraguado y endurecimiento, se deberá colocar la cantidad suficiente de soportes y espaciadores de formas, espesores, rigideces y resistencias adecuadas. Estos elementos que podrán ser metálicos, de mortero, material plástico, etc. deberán ser presentados para su aprobación al SUPERVISOR DE OBRA. No se permite el empleo de trozos de ladrillos, partículas de agregados, trozos de madera, plásticos.
- 4) Todos los cruces de barras deben ser atados o asegurados en forma adecuada para garantizar su inmovilidad cuando la separación entre ellos sea igual o mayor de 30 cm, caso contrario las intersecciones se atarán alternadamente.
- 5) Para prever el empleo de vibradores internos para compactar el hormigón, la separación entre las barras de acero de las armaduras se dispondrán de manera tal que permitan introducir el vibrador libremente en todas las partes que así lo requieran.

3.3 RECUBRIMIENTO DE LA ARMADURA

- 1) Se entenderá por recubrimiento a la distancia libre comprendida entre el punto más saliente de cualquier armadura, principal o secundaria o cualquier elemento metálico, inclusive los alambres de atar, que tengan contacto con alguna barra de acero, y la superficie externa de hormigón más próxima. No se considera parte del recubrimiento las capas de limpieza, revoques u otros materiales de terminación. El hormigón de recubrimiento se moldea conjuntamente con el elemento estructural y debe ser compacto y de espesor suficiente para proteger al acero en forma duradera.
- 2) Las medidas mínimas del recubrimiento serán en cada caso las que se establecen en el Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado", mientras no se contrapongan a los valores especificados en los documentos del Proyecto y/o en estas Especificaciones Técnicas. En particular, en los elementos premoldeados para la estructura de revestimiento de los túneles, el recubrimiento mínimo será de 3 (tres) cm en todas las caras.
- 3) En ningún caso el recubrimiento de la armadura será mayor que 50 mm, sin que se coloque una malla de acero entre la armadura y la superficie libre del hormigón para controlar la fisuración del recubrimiento.

3.4 ACOPIO E IDENTIFICACIÓN

1. Las barras y mallas de acero para armaduras se acopiarán de manera que:
 - a) se impida el mezclado de barras o mallas de distintos tipos, diámetros o partidas.



- b) Estarán separados del piso por lo menos por una distancia de 15 cm. El sector de acopio debe tener un piso firme y estable.
 - c) El periodo máximo de exposición a la intemperie no será mayor de 60 días.
2. Cada partida de barras y malla de acero que ingrese al obrador tendrá que tener su certificado de calidad de fábrica y se identificará con el mismo número de remito de envío, y el tipo y diámetro, colocados en un cartel visible, sujeto en el espacio en que están contenidas.

3.5 ANCLAJE DE ARMADURAS EN PERFORACIONES:

Cuando se deban anclar armaduras en perforaciones a realizar en un hormigón existente, se emplearán morteros epoxidicos, tipo Sikadur 42 Mortero autonivelante o similar, siguiendo el siguiente procedimiento de ejecución:

- 1) El diámetro de las perforaciones será por lo menos un rango superior al de la armadura que se va a anclar.
- 2) La perforación se hará levemente inclinada para facilitar el llenado con el mortero y se limpiará cuidadosamente antes de ser rellenada con el mortero epoxy.
- 3) La barra a anclar se colocará en la perforación luego del llenado de la misma con el material adherente.

3.6 COSTRUCCION DE ARTEFACTOS TEMPORALES CON TECNICA "SOFT-EYE"

La construcción de artefactos temporales, tales como paredes de contención para el inicio de los trabajos de perforación en túneles y galerías, dovelas por la realización de nichos y otros trabajos con uso de TBM (tuneladora), realizar el armado de la pared con barras de fibra vidrio en lugar de acero, hace mucho más fácil la perforación sin dañar la máquina para los próximos pasos con un aumento de la eficiencia y una reducción en los costos: la solución estructural es conocida por el acrónimo "SOFT-EYE".

Por eso, en las partes de la estructura donde se espera excavación o demolición de hormigón con TBM, el refuerzo del hormigón deberá ser con barras de fibra de vidrio.

El diseño estructural se hará según las normas ACI, CNR (especificadas en el capítulo Referencias) u otra norma internacional aceptada por el Supervisor de Obra.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 23 ENCOFRADO DEL HORMIGON ET 26 CONCRETO ET 30 CONTRUCCION Y REVESTIMIENTO DE TUNELES ESCAVADO CON TBM



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.25 – Juntas en estructuras de hormigón



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR.....	4
1.4	TIPOS DE JUNTAS EN EL HORMIGÓN.....	4
2	PRODUCTOS	5
2.1	GENERALIDADES	5
2.2	CINTA DE PVC.....	5
2.3	SELLADOR	5
2.4	JUNTA HIDROEXPANSIVA	6
2.5	MISCELÁNEAS	6
2.6	JUNTAS DE ESTANQUEIDAD PARA ELEMENTOS PREMOLDEADOS.....	6
3	EJECUCIÓN	6
3.1	GENERALIDADES.....	6
3.2	EMPALMES DE LA CINTA DE PVC	7
3.3	COLOCACIÓN DE CINTA DE PVC	7
3.4	COLOCACIÓN DE LAS JUNTAS HIDROEXPANSIVAS.....	7
3.5	LOCALIZACIÓN Y PREPARACIÓN DE JUNTAS	8
3.6	CONTROL DE CALIDAD	8
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	8



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

El CONCESIONARIO deberá construir las juntas en el hormigón, en la localización mostrada en los planos de ejecución aprobados. Las juntas requeridas en el hormigón pueden ser de distintos tipos y estarán permitidas solamente donde muestran los planos, a menos que el SUPERVISOR DE OBRA apruebe una localización diferente.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para el proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) -

Para los Ensayos se deberá tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y, además, el Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

Para el diseño, el Reglamento Nacional de Construcciones y, en particular, la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

Además se hace referencia específica a las siguientes normas ASTM (American Standards For Testing and Materials):

- D395 Juntas de estanqueidad – Juego para compresión
- D412 Juntas de estanqueidad – Resistencia a la Tracción
- D412 Juntas de estanqueidad – Elongación a la Rotura
- D471 Juntas de estanqueidad – Absorción
- D518 Juntas de estanqueidad – Ensayos
- D573 Juntas de estanqueidad – Envejecimiento
- D1149 Juntas de estanqueidad – Resistencia al ozono
- D2240 Juntas de estanqueidad – Dureza



British Standards

"Model Specification for tunneling", publicada por The British Tunnelling Society, and The Institution of Civil Engineers

Se pueden también aceptar las normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), que hacen referencia a la normativa Internacional ISO .

1.3 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

1) Localización de Juntas: El CONCESIONARIO deberá presentar para aprobación del CONCEDENTE, planos que muestren la localización y el tipo de juntas en el hormigón para cada estructura conforme a las memorias de cálculo justificativas.

2) Cintas de PVC (waterstop) o material hidroexpansivo: Antes de hacer la compra de estos materiales, el CONCESIONARIO deberá presentar muestras para su aprobación. Estas muestras consistirán en secciones de cada tipo y tamaño, y deberán ser representativas del material a usar en la obra. También se deberá presentar muestras de las uniones para su aprobación y documentación respaldatoria del producto a utilizar.

3) Sellador de Juntas: Antes de hacer la orden de compra del sellador, el CONCESIONARIO deberá presentar para su aprobación, suficiente información para demostrar que el material cumple los requisitos del contrato.

4) Tratamiento de las superficies de las Juntas de Trabajo o Construcción: El CONCESIONARIO deberá presentar para su aprobación un Procedimiento Detallado para la preparación de la superficie del hormigón endurecido que asegure una buena adherencia con el hormigón fresco de la etapa siguiente de hormigonado.

5) El CONCESIONARIO podrá proponer tipos de juntas y/o materiales alternativos a los descritos en esta ET, en cuyo caso deberá presentar su propuesta acompañada de muestras y especificaciones técnicas para aprobación por el SUPERVISOR DE OBRA previa a la compra de los productos propuestos.

6) Toda la documentación y/o muestras se deberán presentar por lo menos con 30 días de anticipación a la ejecución de los trabajos.

1.4 TIPOS DE JUNTAS EN EL HORMIGÓN

1) Juntas de Trabajo o de Construcción: Se denominan así las juntas que se forman entre etapas de hormigonado al colocar el hormigón fresco en contacto con el hormigón endurecido. La cantidad de estas juntas debe reducirse al mínimo y mientras sea factible se evitarán las juntas horizontales en zonas que pueden estar intermitentemente encima y debajo del nivel de agua. En las estructuras hidráulicas, estas juntas llevarán cintas de PVC o hidroexpansivas para mejorar su estanqueidad, salvo que se especifique de otra manera en los planos de ejecución y lo apruebe el SUPERVISOR DE OBRA. El CONCESIONARIO podrá presentar a consideración del SUPERVISOR DE OBRA otros procedimientos que permitan asegurar la estanqueidad de la junta, los que serán de aplicación si son aprobados por el SUPERVISOR DE OBRA.

2) Juntas de Contracción: Son ranuras aserradas hechas con el propósito de regular el grietamiento debido a las contracciones inevitables del hormigón (contracción por secado, por variación de temperatura, etc.). Serán selladas con material elastomérico resistente a las posibles agresiones del medio en que se encuentre la junta.



3) Juntas de Expansión: Son espacios creados para permitir la libre dilatación del hormigón para evitar o disminuir las tensiones de compresión entre dos estructuras o partes de la misma estructura. Este espacio se podrá obtener colocando sobre la superficie del hormigón endurecido un material elastomérico de propiedades y características adecuadas a las exigencias de trabajo de las juntas y al medio ambiente que las rodea. El material a utilizar para crear la junta o para sellado de la misma deberá contar con la aprobación del SUPERVISOR DE OBRA.

4) Juntas a inyectar: Juntas cuya función es la de lograr la estanqueidad entre dos estructuras de hormigón o entre etapas de hormigonado de una misma estructura.

2 PRODUCTOS

2.1 GENERALIDADES

Todos los productos que se utilicen en cualquier tipo de junta en el hormigón deberán ser resistentes al medio ambiente y de durabilidad compatible con la vida útil de la estructura.

2.2 CINTA DE PVC

1) El CONCESIONARIO deberá obtener del proveedor de la cinta de PVC reportes actualizados de todos los ensayos realizados para calificar el producto y una certificación por escrito del fabricante donde se acredite que el material cumple con los requisitos físicos especificados.

2) La cinta de PVC deberá ser Tipo Procem JO, Sika Waterstop o equivalente. En las juntas de expansión estas cintas tendrán un ancho mínimo de 20 cm y un bulbo central, y en las de trabajo, 15 cm. Las características físicas de estas cintas deberán ser:

1. Alargamiento a la rotura > 300% (IRAM 113004, probeta III)
2. Tensión mínima de rotura a tracción > 13 Mpa (IRAM 113004, probeta III)
3. Dureza "Shore A" instantáneo > 90
4. Dureza "Shore" a los 10 seg. > 80
5. Resistencia al desgaste > 50 N/mm (ASTM-D 624, troquel B)

2.3 SELLADOR

A. El sellador a usar deberá ser de elasticidad permanente de base química poliuretánica (tipo Escutan) que cumplirá como mínimo con las siguientes condiciones:

1. Elongación de Rotura $\geq 350\%$
2. Módulo al 100% de Elongación 2-4 kg/cm²
3. Resistencia a la temperatura 30° - 80° C
4. Ensayo de impermeabilidad en aparato Amster de 1 atm de presión
5. Ensayo de adherencia en probeta de mortero de cemento de 1:3 debiendo resistir



una tensión de 11 kg/cm².

6. Resistencia a los siguientes reactivos químicos:

- a) ácido sulfúrico del 2% - 5%
- b) solución de cloruro de sodio al 10%
- c) solución de carbonato de sodio al 2%
- d) solución de jabón al 1%
- e) aceite comestible
- f) aceite mineral (densidad 0.83 - 0.86)
- g) solución de detergente al 0.25%

2.4 JUNTA HIDROEXPANSIVA

Este tipo de juntas se usará exclusivamente en juntas de trabajo.

El CONCESIONARIO deberá obtener del proveedor de la junta hidroexpansiva reportes actualizados de todos los ensayos realizados para calificar el producto y una certificación por escrito del fabricante donde se acredite que el material cumple con los requisitos físicos necesarios para su correcto funcionamiento.

La junta hidroexpansiva deberá ser del tipo AQUAPRENE DX, VANDEX EXPOSEAL 2010 Tipo "C", GREENSTREAK SWELLSTOP, SikaSwell S-2, o similares, a colocar en las juntas de trabajo en las que se especifique su uso. Su localización será la mostrada en los Planos de Ejecución.

Las dimensiones mínimas de la Junta Hidroexpansiva serán: ancho 20 mm, alto 10 mm, o sección equivalente.

2.5 MISCELÁNEAS

La esponja de neopreno a usar deberá tener un límite de deflexión de 25%. La localización será la indicada en los planos de ejecución aprobados.

2.6 JUNTAS DE ESTANQUEIDAD PARA ELEMENTOS PREMOLDEADOS

Las juntas de estanqueidad para elementos premoldeados que se utilicen para el revestimiento de los túneles cumplirán con lo especificado en la ET 28.

3 EJECUCIÓN

3.1 GENERALIDADES

1) Las cintas de PVC deberán quedar en perfecto contacto con el hormigón. Debe colocarse en forma continua a lo largo de la junta y firmemente fijada en su lugar. Si se necesitara hacer empalmes para obtener continuidad estos se harán de acuerdo a las instrucciones del



fabricante. El CONCESIONARIO deberá tomar todas las precauciones necesarias para proteger la cinta de PVC durante la ejecución de los trabajos de obra, evitando deformar, desplazar o perforar las mismas. Las cintas serán almacenadas bajo cubierta y de manera tal que haya libre circulación de aire alrededor de las mismas.

2) Cuando una cinta de PVC se instale de manera que la mitad de la cinta se encuentre expuesta a la intemperie, se deberán tomar las precauciones necesarias para protegerla de los rayos directos del sol hasta que sea cubierta con el hormigón.

3.2 EMPALMES DE LA CINTA DE PVC

Los empalmes de la cinta de PVC se deberán hacer por medio de sellado con calor y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Será esencial tener presente lo siguiente:

- 1) El material no deberá ser dañado por el sellado.
- 2) Los empalmes deberán asegurar la continuidad de la cinta, tanto desde el punto de vista de su resistencia mecánica como de su estanqueidad.
- 3) Las nervaduras y la línea central de la cinta se deberán mantener alineadas.

3.3 COLOCACIÓN DE CINTA DE PVC

1) Se deberá tener especial cuidado en colocar correctamente la cinta durante su instalación. Para obtener un anclaje adecuado y evitar puntos débiles en el hormigón, las cintas deben colocarse a una distancia de la superficie igual o mayor que la mitad del ancho de la cinta, y si es posible, en el medio de la sección de hormigón.

2) Para mantener la cinta firme en su posición durante el hormigonado, se las debe fijar a las barras de las armaduras con alambres pasantes por orificios efectuados en los bordes de la cinta. Se debe evitar la perforación de las aletas de la cinta.

3) En las juntas de trabajo verticales en tabiques, la cinta de PVC se deberá cortar a 15 cm de la parte superior del mismo, donde esta cinta no se puede conectar con ninguna otra y no se planea hacer una conexión futura.

4) La cinta no debe estar en contacto con poliestireno expandido ni con productos asfálticos.

3.4 COLOCACIÓN DE LAS JUNTAS HIDROEXPANSIVAS

1) Las juntas hidroexpansivas se colocarán sobre una capa de mortero hidrófugo, limpio y perfectamente alisado. Se fijarán sobre el mismo mediante adhesivos suministrados por el fabricante de las juntas, comprimiendo fuertemente la tira sobre el mortero. Alternativamente, o adicionalmente para mayor seguridad, se podrán fijar mediante clavos para hormigón.

2) Luego de colocadas las juntas se deberá esperar el tiempo que indique el fabricante antes de comenzar la colocación del hormigón sobre las mismas. El recubrimiento mínimo de hormigón sobre una junta hidroexpansiva deberá ser de cinco (5) centímetros.



3.5 LOCALIZACIÓN Y PREPARACIÓN DE JUNTAS

- 1) La localización de las juntas deberá ser la que se muestra en los planos de ejecución aprobados. Si no se muestra la localización de las juntas, estas se deberán proveer a un espaciamiento máximo de 8.00 m entre juntas. Se deberá presentar un plano mostrando la localización de todas las juntas para su aprobación por el SUPERVISOR DE OBRA.
- 2) Se tendrá cuidado especial para preparar las superficies de hormigón donde se requiera adherencia entre dos superficies. La preparación se iniciará tan pronto como sea posible sin perjudicar la calidad del hormigón colocado. De acuerdo al grado de endurecimiento del hormigón y de la extensión de la junta, serán los medios a emplear para dejar al descubierto el hormigón de buena calidad y las partículas de agregado grueso de mayor tamaño, formando una superficie rugosa pero plana, limpia, firme y sin poros ni material flojo.
- 3) La junta de material hidroexpansivo podrá usarse únicamente en juntas de trabajo o construcción, y su localización será según los planos de proyecto detallado.

3.6 CONTROL DE CALIDAD

- 1) Se requiere que todas las juntas en el hormigón con o sin cinta de PVC sean verificadas por el SUPERVISOR DE OBRA antes que se proceda al colado de hormigón. A tal efecto se deberá notificar al SUPERVISOR DE OBRA por lo menos 24 horas antes de proceder con el trabajo, para que se realice la verificación y se autorice el hormigonado.
- 2) Todas las juntas en el hormigón que requieran cinta de PVC deberán ser inspeccionadas para verificar su alineamiento y comprobar que no presentan fallas de adhesión inadecuada, porosidad, fisuras, desplazamiento o cualquier otro defecto que reduzca la impermeabilidad de la junta ante la presión de agua impuesta.
- 3) La preparación de la superficie de todas las juntas de trabajo deberá ser aprobada por el SUPERVISOR DE OBRA. Esta aprobación constará en el pedido de hormigonado.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La documentación licitatoria comprende todas las especificaciones técnicas incluidas en este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 04 Control de Calidad", ET 18 "Mejoramiento del suelo", 26 Hormigón ET 28 Hormigón Premoldeado ET 30 Contrucción Y Revestimiento De Tuneles Escavado Con TBM, ET 32 Estanqueidad.



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.26 – Concreto



Índice

1	GENERALIDADES	4
1.1	ALCANCE	4
1.2	REFERENCIAS	5
1.1	DOCUMENTACION A PRESENTAR.....	5
1.2	REUNIÓN	6
1.3	CONTROL DE CALIDAD.....	7
2	PRODUCTOS	8
2.1	MATERIALES DEL CONCRETO.....	8
2.2	REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	8
2.3	MATERIALES MISCELÁNEOS	9
2.4	ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO.....	9
2.5	CONSISTENCIA.....	9
2.6	ENSAYOS DE LA MEZCLA EXPERIMENTAL	10
2.7	MEDICIÓN DEL PESO DEL CEMENTO Y AGREGADOS	10
3	EJECUCIÓN	11
3.1	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE A HORMIGONAR.....	11
3.2	ACARREO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO.....	12
3.3	SECUENCIA DEL HORMIGONADO	13
3.4	APISONAMIENTO Y VIBRACIÓN.....	14
3.5	CURADO	14
3.6	PROTECCIÓN	15
3.7	TRATAMIENTO DE DEFECTOS SUPERFICIALES	16
3.8	JUNTAS DE ESTANQUEIDAD.....	16
3.9	REPARACIÓN DE GRIETAS Y FISURAS	16
4	HORMIGÓN PROYECTADO PARA SUPORTE TEMPORARIO DE LAS EXCAVACIONES.....	17
4.1	DEFINICIONES	17
4.2	REQUERIMIENTOS GENERALES.....	18
4.3	MATERIALES.....	19
4.3.1	Cemento	19
4.3.2	Agregados	22
4.3.3	Aditivos en General	23
4.3.4	Acelerantes de Fraguado	24
4.3.5	Aditivos reductores de agua, fluidificantes y retardadores de fraguado	24
4.3.6	Aditivos impermeabilizantes	25



4.3.7	Aditivos de control de hidratación	25
4.3.8	Cenizas volantes u otras puzolanas	26
4.3.9	Humo de sílice condensado	26
4.3.10	Agua	27
4.4	PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE	27
4.4.1	Mezclado	27
4.4.2	Transporte de la mezcla	29
4.4.3	Equipamiento	29
4.5	APLICACIÓN	31
4.5.1	General	31
4.5.2	Requerimientos Particulares para el Proceso por Vía Húmeda	33
4.5.3	Profesionalismo en la aplicación del hormigón proyectado	33
4.6	REQUERIMIENTOS DEL HORMIGÓN PROYECTADO	33
4.6.1	General	33
4.6.2	<i>Diseño de la Mezcla</i>	34
4.6.3	Fraguado y Evolución de la Resistencia	35
4.7	ENSAYOS	35
4.7.1	General	35
4.7.2	Ensayos de Laboratorio	36
4.7.3	Ensayos de aptitud del hormigón proyectado	36
4.7.4	Ensayos del hormigón proyectado durante ejecución de la obra - Control de la calidad	42
4.7.5	Verificación de la Trabajabilidad de la Mezcla	47
4.7.6	Verificación del Espesor	47
4.8	REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD EN OBRA	47
4.8.1	Reglamentos de Seguridad de Obra	47
4.8.2	Acceso Restringido	48
4.8.3	Nivel de Polvo y Ventilación	48
4.8.4	Equipamiento de Protección para el Personal	48
4.8.5	Iluminación	48
4.8.6	Comunicación	48
4.8.7	Hormigón proyectado aplicado sobre Cabeza	48
4.9	HORMIGÓN PROYECTADO CON FIBRAS	48
4.9.1	Generalidades	48
4.9.2	Materiales	49
4.9.3	Ensayos	49
4.9.4	Requerimientos Constructivos	49
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	50



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

- A. Esta ET incluye los requerimientos para la Ingeniería de Detalle, el suministro de toda la mano de obra, los materiales y los equipos requeridos para la fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de todo concreto colado in-situ o premoldeado (pre fabricado) que se utilice para la estructura de los túneles, las estaciones y de las estructuras en general incluidas en el Proyecto.
- B. El Concesionario proveerá todos los materiales para fabricar el concreto de acuerdo a los requerimientos especificados en esta sección, y deberá dosificar, mezclar, transportar, colocar, compactar, curar, reparar y terminar todos los trabajos requeridos para construir las estructuras de concreto armado.
- C. Las estructuras definitivas deben ser realizadas para un tiempo de vida de 120 años, como esta detallado en la ET 01 Especificaciones Técnicas Prestacionales.
- D. Los tipos de concreto incluidos en esta ET, identificados por el valor de su Resistencia característica de rotura a compresión a la edad de 28 (veintiocho) días (de acuerdo con la MTC E 704), son los siguientes:
- 1) Concreto simple tipo F: Concreto simple únicamente para usar como Concreto para rellenos no estructurales o en los casos en que se especifique su uso. No se puede utilizar en estructuras armadas.
 - 2) Concreto reforzado tipo A, B, C, D normal: Concreto estructural de Cemento Portland normal, en el caso de obras que no sean expuestas a suelos o aguas selenitosas o que contienen sulfatos, para estructuras internas o en los casos que se especifique su uso. Requerido para garantizar la durabilidad del concreto.
 - 3) Concreto reforzado tipo A, B, C, D "marino": Concreto estructural de Cemento Portland con una alta resistencia al ataque de sulfatos, en el caso de obras expuestas a ambiente con suelos o aguas selenitosas o que contienen sulfatos. Requerido para garantizar la durabilidad del concreto para estructuras subterráneas.
 - 4) Concreto reforzado tipo A o B: Concreto a usar en la fabricación de los elementos premoldeados que formarán parte del revestimiento de los túneles y en elementos premoldeados pretensados, si se utilizaran.



1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para el proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) -

Para los Ensayos se deberá tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y, además, Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

Para el diseño, el Reglamento Nacional de Construcciones y, en particular, la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

Para ensayos no cubiertos por estas Normas serán de aplicación las Normas ASTM, CEN (Comité de Normalización Europeo), FIB (Federación Internacional du Betón), ACI (American Concrete Institute) o equivalentes aceptados por el Supervisor de Obra.

1.1 DOCUMENTACION A PRESENTAR

El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra para su análisis y aprobación las siguientes informaciones documentadas antes de comenzar la obra y no menos de 60 (sesenta) días antes de empezar con las operaciones de hormigonado:

- 1) Cementos: Marca, tipo, características completas y los resultados de los ensayos físicos, químicos y mecánicos realizados en fábrica, según lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP334.009, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150
- 2) Agregados:
 - a) Ensayos de aptitud completos de acuerdo a las disposiciones de las EG – 2000 y las Normas MTC / ASTM correspondientes.
 - b) Identificación de Contenido de sustancias perjudiciales, Reactividad, Granulometría, Durabilidad, Forma y Limpieza de cada tipo de agregado con los respectivos exámenes según las EG – 2000 y las Normas MTC / ASTM correspondientes.
- 3) Agua de mezclado
 - a) Ensayos de aptitud completos de acuerdo a las disposiciones de las EG – 2000 y las Normas MTC / ASTM correspondientes.



- b) Aditivos: Certificación de los aditivos a usar y su contenido de ion cloro, y todos otros examen de acuerdo a las disposiciones de las EG – 2000 y las Normas MTC / ASTM correspondientes.
- 4) Dosificaciones propuestas para los diferentes concretos:
- a) Proporciones de las diferentes mezclas expresadas en peso de cada componente por metro cúbico de concreto con la indicación de las características de cada material utilizado.
 - b) Módulo de finura y curva granulométrica de cada uno de los agregados utilizados.
 - c) Resultados de los ensayos y determinaciones efectuadas sobre el concreto fresco: temperatura de la mezcla y el ambiente, asentamiento o extendido, peso unitario, contenido de aire medido, exudación, tiempos de fraguado a 20° y a 32°C.
 - d) Resultados de los ensayos de resistencia de rotura a la compresión realizados sobre probetas normalizadas moldeadas con muestras representativas de las mezclas propuestas. Se ensayarán como mínimo muestras de 3 (tres) pastones de cada tipo de concreto confeccionados en días diferentes.
 - e) Con el mismo criterio del punto d) resultados de ensayos de penetración de agua para el caso de concretos impermeables.
- 5) Métodos de curado propuestos. En caso de membranas de curado, se determinará mediante ensayos de sus características, en especial su capacidad de retención de agua.

1.2 REUNIÓN

El Supervisor de Obra, de acuerdo con la ET 03 Reuniones oficiales del proyecto, organizará una reunión para discutir en detalle las propuestas del Concesionario referidas a la dosificación de las mezclas de concreto; los procedimientos propuestos para la producción del concreto; los controles de calidad de los materiales, de la planta elaboradora y del concreto producido. Esta reunión deberá organizarse no más de 14 (catorce) días después de recibir el Concesionario la orden de inicio de los trabajos de construcción.

Los participantes de la reunión deberán incluir, pero no estar limitada, a las siguientes personas:

- Concesionario o su representante
- Representante del laboratorio de ensayos
- Representante del proveedor de la armadura
- Representante del proveedor del concreto
- Representante del proveedor del aditivo
- Supervisor de Obra

La reunión se realizará en el lugar y fecha que todos los participantes acuerden. Todos los participantes deberán ser notificados no menos de 5 días antes de la fecha de la reunión.



1.3 CONTROL DE CALIDAD

1) Generalidades

- 1) Los ensayos de todos los materiales; la evaluación de la resistencia de rotura a compresión del concreto y la determinación de la penetración de agua a presión en el concreto endurecido, se harán según las Normas Técnicas Peruanas que se aplique a cada caso, u otras recomendaciones y exigencias establecidas por Instituciones Técnicas reconocidas Internacionalmente como AASHTO, ASTM, según aprobación por el Supervisor de Obra.
- 2) El costo de todos los ensayos requeridos para evaluar la aptitud y características de todos los materiales componentes del concreto y del concreto fresco y endurecido los cubrirá el Concesionario. De la misma forma el Concesionario cubrirá los gastos de todos los ensayos y/o investigaciones adicionales que hagan falta para obtener los materiales y el concreto de la calidad requerida por estas especificaciones.
- 3) El Concesionario proveerá la mano de obra especializada, el material y los elementos necesarios para preparar las probetas que se confeccionen para los ensayos requeridos. El embalaje, la custodia y envío de las probetas también correrá por cuenta del Concesionario.
- 4) El Concesionario deberá mantener permanentemente en obra un profesional especializado en Tecnología del Concreto que tendrá bajo su responsabilidad la supervisión y dirección de todas las tareas relacionadas con los trabajos de elaboración, colocación y curado del concreto y todos los ensayos necesarios para verificar la calidad de los materiales y del concreto antes y durante la ejecución de las estructuras. Asimismo será también de su competencia el mantenimiento y verificación de las balanzas y demás equipos de la planta de elaboración del concreto.
- 5) El Plan de Control de la Calidad del concreto en obra, que deberá contar con la aprobación previa del Supervisor de Obra, se ajustará como mínimo a lo establecido en las EG -2000. El juzgamiento de la resistencia potencial de rotura a compresión de los concretos colocados en obra, y la cantidad de muestras a extraer, y otros ensayos especificados se hará según se especifica en las EG -2000 y normas de ensayo referidas en las mismas.
- 6) El ensayo de consistencia o asentamiento se realizará según la norma de ensayo MTC E 705. La consistencia del concreto se deberá encontrar dentro de los siguientes límites generales:

- Asentamiento Máximo: 4
- Asentamiento Mínimo: 1

En cada caso específico el valor de la consistencia del concreto deberá ser previamente detallado en la Ingeniería de Detalle presentada y aprobada por el Supervisor de Obra.

Los requerimientos de diseño constructivo de las estructuras serán los indicados en la ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega".



2 PRODUCTOS

2.1 MATERIALES DEL CONCRETO

1) Generalidades

- 1) Todos los materiales que se incorporen a las obras deberán ser de un mismo proveedor, de la mejor calidad dentro de su tipo, y previamente aprobados por el Supervisor de Obra. No se permitirá el uso de materiales que no hubieran sido aprobados por el Supervisor de Obra.
- 2) En los casos previstos en esta especificación o cuando lo ordene el Supervisor de Obra, las muestras de los materiales a usar deberán ser sometidas a ensayos y análisis.

2.2 REQUISITOS DE LOS MATERIALES

Generalidades

Solo se podrán utilizar materiales que satisfagan los requisitos establecidos en las EG-2000. La verificación de las características y calidad de los materiales como los ensayos a realizar se efectuarán de acuerdo con las EG-2000, y las normas referidas en las mismas.

1) Cemento

- 1) Para la ejecución de estructuras de concreto armado sólo podrán utilizarse cementos del tipo portland, de marcas aprobadas oficialmente, que cumplan los requisitos de calidad contenidos en las EG-2000, y las normas referidas en las mismas.
- 2) Para los concretos estructurales se utilizarán cemento de categoría marina o normal.
- 3) El Concesionario deberá justificar el tipo de cemento utilizado.

2) Agua

Tanto el agua empleada para mezclar y curar el concreto, como la utilizada para lavar los agregados deberá cumplir con las condiciones establecidas en las EG-2000, y las normas referidas en las mismas.

3) Agregado Fino

La granulometría del agregado fino deberá estar comprendida entre los límites que fija la curva de las EG-2000, y las normas referidas en las mismas. El agregado fino deberá ser suministrado por un proveedor cuyas instalaciones y material cumplirá con todos los requisitos de las EG-2000, y las normas referidas en las mismas.

4) Agregado Grueso

El agregado grueso deberá ser suministrado por un proveedor cuyas instalaciones y yacimiento hayan sido previamente aprobados por el Supervisor de Obra. El material cumplirá con los requisitos de las EG-2000, y las normas referidas en las mismas y su granulometría estará comprendida entre los límites fijados para las mismas

5) Aditivos Químicos



- 1) El Concesionario podrá utilizar aditivos que mejoren la calidad y trabajabilidad del concreto, los que deberán ser previamente aprobados por el Supervisor de Obra, el cual solicitará los ensayos normalizados convenientes.
- 2) Los aditivos no deberán contener cloruros.

2.3 MATERIALES MISCELÁNEOS

Agentes adhesivos se deberán usar con el fin de lograr una unión monolítica entre concreto fresco y concreto endurecido. Estos deberán ser adhesivos epoxídicos del tipo Sikadur Gel o equivalente.

2.4 ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO

- 1) Generalidades: El concreto a usar en la obra deberá estar compuesto de cemento, agregado grueso y fino, agua y aditivos. Estos materiales deberán ser de la calidad especificada por el Proyecto de la Ingeniería de Detalle en acuerdo con las EG-2000, y las normas referidas en las mismas. Las proporciones exactas en que estos materiales serán usados en las diferentes partes de la obra serán determinadas cuando se haga la mezcla experimental. La consistencia de la mezcla fresca de concreto deberá ser tal que con los medios adecuados para cada situación particular se pueda colocar la mezcla manteniendo su homogeneidad y obtener su máxima densidad y mínima retracción.
- 2) El porcentaje de arena con respecto al peso total del agregado fino no deberá ser mayor de lo establecido en las EG-2000, y las normas referidas en las mismas. Si se utiliza aditivos superfluidificantes y/o la colocación del concreto se efectúa por bombeo, el porcentaje de agregado fino se determinará de acuerdo.
- 3) Cambios en la Mezcla de Concreto: Las mezclas a usar podrán ajustarse cuando sea necesario para obtener las características requeridas por las estructuras, tales como la resistencia a compresión, densidad, facilidad de trabajo y acabado final. El Concesionario no será recompensado por los cambios que se le hagan a las mezclas. Todo cambio más allá de los ajustes por la humedad de los agregados deberá ser aprobada previamente por el Supervisor de Obra.
- 4) El juzgamiento de la resistencia potencial de rotura a compresión de todos los concretos y el número de muestras a extraer con esa finalidad, se harán de acuerdo con lo especificado en las EG-2000, y las normas referidas en las mismas.

2.5 CONSISTENCIA

- 1) La cantidad de agua de empaste del concreto deberá ser la mínima necesaria para producir una mezcla de concreto que pueda ser colocada apropiadamente sin sufrir segregación de los agregados, y que pueda ser compactada con los métodos de vibración especificados para darle la requerida densidad, impermeabilidad y suavidad a la superficie de concreto terminada.



- 2) La cantidad de agua de empaste podrá ser alterada cuanto sea necesario, teniendo siempre en consideración la máxima relación agua/cemento especificada. La cantidad de agua deberá ajustarse en función de la granulometría y contenido de humedad de los agregados, para mantener una producción uniforme de la consistencia deseada.
- 3) La consistencia del concreto fresco deberá ser determinada por el ensayo MTC E 705. La consistencia del concreto se deberá encontrar dentro de los siguientes límites generales:
 - Asentamiento Máximo: 4
 - Asentamiento Mínimo: 1

2.6 ENSAYOS DE LA MEZCLA EXPERIMENTAL

- 1) Mezcla de Concreto Experimental: El Concesionario deberá confeccionar a escala de obra las mezclas experimentales de los concretos que se propone utilizar en la construcción de las diferentes estructuras para verificar las características de las mismas en estado fresco y endurecido. Deberá proveer la mano de obra, los materiales y los elementos necesarios para efectuar todos los ensayos especificados, con los materiales componentes de la mezcla y con el concreto en estado fresco y endurecido. El costo de todo el operativo y los ensayos los cubrirá el Concesionario. A continuación y solo a título orientativo se mencionan algunos ensayos, aclarando que el alcance de los estudios previos y ensayos se encuentra definido en el RNE, y en las EG-2000, y las normas referidas en las mismas.
- 2) Ensayo de Compresión: Se deberá determinar la resistencia de rotura a compresión
- 3) Análisis de Granulometría: Se deberá efectuar el ensayo de granulometría de los agregados. Se deberán dar valores del porcentaje de agregado que pasa cada tamiz.
- 4) Ensayo de Penetración de agua a presión en el concreto endurecido.

2.7 MEDICIÓN DEL PESO DEL CEMENTO Y AGREGADOS

- 1) La cantidad de cemento y cada agregado a usar en la mezcla de la obra deberá ser determinada con equipo de medición que el Concesionario proveerá y que deberá ser aprobado por el Supervisor de Obra.
- 2) La tolerancia permitida por peso total de material será la siguiente:

Material	% del peso total
Arena	±3
Cada fracción de Ag. Grueso	±3
Cemento	±1
Agua	±1
Aditivo	±5



El cemento se pesará separadamente de los agregados, en una balanza exclusiva.

La cantidad de agua se determinará utilizando un equipo de medición con error del orden de $\pm 1\%$. El sistema de medición deberá ser aprobado por el Supervisor de Obra.

3 EJECUCIÓN

3.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE A HORMIGONAR

- 1) Generalidades: En casos excepcionales en que el concreto se coloque directamente en el suelo, este deberá estar compactado, nivelado y humedecido con rociadores antes de colocar el concreto y no habrá agua libre en la superficie al colocar el concreto
- 2) No se deberá colocar el concreto hasta que todo el encofrado, armadura y materiales a ser insertados estén debidamente colocados y hayan sido Inspeccionados y aprobados por el Supervisor de Obra por lo menos 4 horas antes del hormigonado.
- 3) Siempre que un concreto fresco deba ponerse en contacto con otro ya endurecido, o cuyo endurecimiento se ha iniciado, la superficie de contacto del concreto existente será tratada para asegurar una buena adherencia.

El tratamiento de las superficies y juntas de construcción se iniciará tan pronto como sea posible sin que se perjudique la calidad del concreto colocado.

De acuerdo con el grado de endurecimiento del concreto colocado y el tamaño de la junta de construcción, la limpieza de su superficie se realizará mediante rasqueteo con cepillos de alambre, chorro de agua a presión, o chorro de arena y agua a presión. Esta operación se continuará hasta eliminar la lechada, mortero u concreto poroso y toda sustancia extraña, hasta dejar al descubierto el concreto de buena calidad y las partículas de agregado grueso de mayor tamaño, cuya adherencia no debe verse perjudicada, obteniendo una superficie lo más rugosa posible pero no piceada.

La superficie de la junta será luego lavada enérgicamente hasta eliminar todo resto de material suelto.

La adherencia entre el concreto fresco a colocar y el concreto endurecido existente se logrará:

- a) Colocando sobre la superficie de la junta previamente humedecida pero sin agua libre una capa de mortero de la misma proporción cemento/arena y de razón agua/cemento menor o igual que la del concreto. Este mortero se debe colocar de manera que penetre en todos los huecos e irregularidades de la superficie. Una vez finalizada la colocación del mortero el espesor del mismo debe ser menor que 1 (un) cm.
- b) Idem punto a) pero utilizando un material cementicio pre-elaborado para esta finalidad. Este material debe ser previamente aprobado por el Supervisor de Obra.
- c) Cuando sea necesario mejorar la adherencia entre ambos concretos, se colocará sobre la superficie seca un adhesivo en base a resinas epoxy de marca reconocida. Se



procederá de esta manera cuando así se indique en los planos o cuando lo ordene el Supervisor de Obra.

Tanto el tratamiento de las superficies, como el puente de adherencia y el procedimiento de aplicación deberá ser previamente y para cada caso particular aprobado por el Supervisor de Obra.

- 4) Cañerías, conductos, o cualquier otro material metálico a ser insertado en el concreto, deberá colocarse de manera que tenga por lo menos 5 cm entre este material y la armadura. No se permitirá que estos insertos sean atados o soldados de ninguna forma a la armadura. Estos materiales metálicos deberán estar limpios, libres de cualquier sustancia extraña cuando el concreto sea colocado.
- 5) Las aberturas para cañerías deberán hacerse durante la colocación del concreto, garantizando su estanqueidad. La colocación de las cañerías deberá ser aprobada por el Supervisor de Obra.
- 6) Las losas de piso o plateas y las fundaciones que se construyan en excavaciones a cielo abierto se deberán colocar sobre una base de concreto simple (tipo H-21, que tendrá un espesor mínimo de 10,0 cm y un sobreancho mínimo de 15 cm respecto al borde de la estructura de fundación.

3.2 ACARREO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO

El transporte, colocación, compactación y curado del concreto se efectuará de acuerdo con las disposiciones de las EG-2000, y las normas referidas en las mismas, siendo su cumplimiento obligatorio en todos los aspectos que no se contradigan con las presentes Especificaciones Técnicas.

- 1) **Materiales Rechazados en Obra:** El concreto que no cumpla con los requerimientos de estas especificaciones y/o con las Normas y Reglamentos citados, o que sea de inferior calidad se rechazará y deberá removerse inmediatamente de la obra y reemplazarlo. El Concesionario cubrirá todo el costo de esta operación.
- 2) **Colocación Autorizada:** El concreto de la obra no será colocado sin la presencia de un representante autorizado del Supervisor de Obra. El Concesionario deberá notificar al Supervisor de Obra mediante un "Pedido de hormigonado", por lo menos 24 horas antes de la fecha y hora prevista para comenzar el hormigonado.
- 3) **Colocación del Concreto en Encofrados Profundos:** Se deberá tener especial cuidado al depositar concreto en encofrados profundos para no causar la acumulación excesiva de concreto en el encofrado. La caída libre (sin interferencias de ningún tipo) del concreto deberá ser menor de 120 cm. El flujo o desplazamiento horizontal del concreto se limita a 200 cm. El concreto se depositará en capas horizontales con un máximo de espesor de 50 cm, siempre y cuando este espesor pueda ser adecuadamente compactado y cada capa se depositará cuando la anterior esté todavía fresca. En cada hora de trabajo no se deberá depositar más de 150 cm, en dirección vertical. Las trompas de elefante o tremies deben usarse en muros y columnas para evitar la caída libre del concreto y para que se pueda colocar el mismo a través de las armaduras. Estos dispositivos deben moverse a intervalos



cortos, para evitar el amontonamiento del concreto y el consecuente uso de vibradores para desplazarlo horizontalmente.

- 4) **Equipo para Colocar Concreto:** El equipo deberá ser aprobado por el Supervisor de Obra. Se permite el bombeo del concreto solo mediante la aprobación del Supervisor de Obra del equipo y la mezcla.
- 5) **Colocación del Concreto en Losas:** El procedimiento de colocación del concreto en losas con pendiente deberá ser de abajo hacia arriba. El concreto deberá ser vibrado y su superficie cuidadosamente emparejada de abajo hacia a arriba.
- 6) Se deberá asegurar que no se pueda desplazar la armadura y los insertos durante el hormigonado.
- 7) Antes de hormigonar se deberá obtener la aprobación del Supervisor de Obra del método propuesto para la protección del concreto durante su colocación y curado.
- 8) Se deberá mantener registros precisos de los concretos colocados, indicando: fecha, el lugar de colocación, horas de inicio y finalización, volumen, controles sobre el concreto fresco, temperaturas del ambiente y del concreto, cantidad de muestras tomadas y su identificación, número de probetas moldeadas con su identificación, edad de ensayo y elemento donde fue colocado el patón correspondiente, etc.

3.3 SECUENCIA DEL HORMIGONADO

- 1) La secuencia del hormigonado (puesta en obra del concreto) deberá ser aprobada por el Supervisor de Obra. Con el propósito de reducir los efectos de la retracción, el concreto deberá colocarse respetando las distancias máximas entre las juntas de trabajo especificadas en los Planos de la Ingeniería de Detalle aprobados.
- 2) La secuencia del hormigonado debe ser tal que el concreto fresco no sea colocado en contacto con una superficie de concreto que no haya sido curada por lo menos 7 (siete) días. En el caso de tabiques, no se permitirá el colado de secciones en esquina si los tabiques adyacentes no han sido curados por lo menos durante 14 (catorce) días.



3.4 APISONAMIENTO Y VIBRACIÓN

- 1) Cuando el concreto es colocado en el encofrado o en excavaciones, este deberá ser compactado completamente, a través de toda la capa de concreto. Deberá obtenerse una masa densa y homogénea que deberá llenar todas las esquinas y ángulos, recubriendo totalmente las armaduras, evitando la formación de burbujas.
- 2) Se deberá tener cuidado especial al colocar concreto en juntas con cinta de PVC. El concreto deberá trabajarse y vibrarse cuidadosamente, para evitar la formación de burbujas alrededor de las cintas y la deformación de éstas.
- 3) Se deberá compactar eficientemente con vibradores de alta frecuencia (mayor de 10.000 rpm) el tiempo suficiente para eliminar las burbujas grandes de aire pero cuidando de no provocar la segregación en el concreto. El concreto no deberá vibrarse excesivamente causando la segregación de los agregados.
- 4) Para la fabricación de elementos premoldeados para el revestimiento de los túneles se utilizarán moldes que permitan la vibración simultánea con el colado del concreto.

3.5 CURADO

Todas las estructuras de concreto deberán ser sometidas a un periodo de curado, el que se iniciará inmediatamente después que el concreto haya endurecido lo suficiente como para que su superficie no resulte afectada por el método de curado adoptado. Los métodos de curado aprobados son los siguientes:

- 1) Curado con agua: El concreto se mantendrá permanentemente húmedo durante un periodo tal que le permita alcanzar un grado de maduración mínimo de $3360^{\circ}\text{C} \times \text{hora}$ (equivalente a 7 (siete) días de curado continuo a 20°C de temperatura). El agua a utilizar para el curado deberá cumplir con los requerimientos de esta especificación y no contener ningún elemento que pueda producir manchas o decoloraciones en el concreto. En el caso de utilizar encofrados de madera estos se mantendrán húmedos a partir de la colocación del concreto hasta que estos sean removidos. En el caso que se utilicen encofrados metálicos, las partes expuestas del concreto deberán mantenerse húmedas hasta que el encofrado sea removido. Una vez removido el curado se continuará manteniendo el concreto húmedo con rociadores mecánicos o caños perforados o cualquier otro procedimiento adecuado durante el periodo establecido.



- 2) **Curado con compuestos de membrana:** El compuesto líquido será opaco y de color claro y deberá cumplir las condiciones establecidas en las EG-2000, y las normas referidas en las mismas. El producto se entregará en obra listo para su empleo. **EN NINGUN CASO SERA DILUIDO, NI ALTERADO EN FORMA ALGUNA.**

En el caso de superficies expuestas de concreto fresco, la aplicación del producto se iniciará inmediatamente después de haber desaparecido la película brillante de agua libre existente sobre la superficie, mientras la misma aún se encuentre húmeda.

En el caso de concreto endurecido, inmediatamente después de haberlo desencofrado, se procederá a saturar las superficies de concreto, y después de desaparecida la película brillante de agua superficial y mientras las mismas aún se encuentran húmedas, se procederá a aplicar el compuesto.

El producto se aplicará uniformemente sobre las superficies, en dos capas colocadas una inmediatamente después de la otra, poniendo especial cuidado en obtener una película continua. La operación se realizará mediante un equipo pulverizador adecuado, provisto de un tanque a presión y de un agitador continuo del contenido, que se aplicará a razón de entre 200 y 270 cm³ por m², de acuerdo con la capacidad de sellado obtenida en el ensayo de retención de agua y con las condiciones climáticas.

Las superficies cubiertas con el compuesto deben recibir el máximo de protección durante el período de curado establecido, con el fin de evitar su rotura o destrucción.

Cuando la temperatura del aire sea mayor de 30°C, el Concesionario completará el curado con membrana mediante el rociado con agua en forma de niebla; este rociado será mantenido permanentemente hasta que la temperatura del aire sea menor a la indicada.

El empleo de este compuesto no exime del humedecimiento continuo de los encofrados no impermeables que queden colocados durante el período de curado.

- 3) Si el Concesionario propone un método de curado alternativo, este deberá ser aprobado por el Supervisor de Obra; este método alternativo deberá presentarse para su aprobación según el plazo establecido en el presente Pliego.
- 4) Curado acelerado mediante ciclos de vapor saturado: el ciclo óptimo de curado deberá ser determinado experimentalmente antes de su aplicación en obra. Deberá cumplir con los lineamientos generales indicados en las EG-2000

3.6 PROTECCIÓN

- 1) El Concesionario deberá proteger de cualquier daño todas las estructuras de concreto, hasta que la obra sea finalizada. El concreto fresco o recién colocado deberá protegerse del daño que pudiera causarle la lluvia, y esta protección deberá ser aprobada por el Supervisor de Obra.
- 2) No se podrá cargar ninguna estructura hormigonada hasta que el Supervisor de Obra así lo autorice.



3.7 TRATAMIENTO DE DEFECTOS SUPERFICIALES

- 1) Inmediatamente después de remover el encofrado las superficies de concreto deberán ser cuidadosamente revisadas y cualquier irregularidad deberá ser corregida para asegurar una superficie lisa y uniforme, y de acuerdo a las tolerancias dimensionales especificadas.

El concreto que por cualquier motivo hubiere resultado superficialmente defectuoso, será eliminado y reemplazado por el Concesionario, por otro concreto o mortero de calidad adecuada.

- 2) No se procederá a ninguna reparación de la superficie hasta que la metodología a usar haya sido aprobada por el Supervisor de Obra. Todo el costo de estas reparaciones lo cubrirá el Concesionario.

3.8 JUNTAS DE ESTANQUEIDAD

Se deberá cumplir con lo especificado en las ET 25 Juntas en estructuras de hormigón y ET 32 Estanqueidad.

3.9 REPARACIÓN DE GRIETAS Y FISURAS

Detectada la presencia de grietas y/o fisuras en estructuras de concreto se deberá analizar las características y causas de las mismas para cada caso en particular y preparar en consecuencia un procedimiento de reparación que deberá ser presentado al Supervisor de Obra para su aprobación, previamente a su implementación en obra.



4 HORMIGÓN PROYECTADO PARA SOPORTE TEMPORAL DE LAS EXCAVACIONES

4.1 DEFINICIONES

Hormigón proyectado (o concreto lanzado o shotcrete) . Para propósito de la obra el hormigón proyectado se define como una mezcla de cemento, agregados de tamaño de grano entre 4 y 12 mm y aditivos, que es transportado al sitio de instalación mediante transporte neumático a través de una tubería o manguera, en donde es aplicado y compactado sobre una superficie a través de su proyección a elevada velocidad, constituyendo, a través de la aplicación de una o más capas, un medio de soporte para las cavidades subterráneas. Las presentes especificaciones se aplican exclusivamente para el hormigón proyectado de soporte temporal, durante la construcción de la obra.

Hormigón proyectado joven. Hormigón proyectado hasta una edad de 24 horas.

Método de aplicación de hormigón proyectado por vía seca. Es el método en el que una mezcla seca homogénea constituida por fracciones de peso preestablecidas de agregado, cemento y acelerante de fragua en forma de polvo es introducida en una máquina de producción de hormigón proyectado, presurizada y transportada a la boquilla mediante un chorro de aire seco a través de una manguera. Junto a la boquilla se adiciona el agua utilizando aire a presión, de modo de lograr un buen mezclado, después de lo cual la mezcla húmeda es proyectada sobre la superficie de aplicación. En caso de usarse acelerantes de fraguado líquidos, los mismos pueden ser adicionados al agua dentro de un recipiente de mezclado antes de su incorporación a la boquilla, o incorporado a través de una bomba al agua que se inyecta en la boquilla, o, finalmente, directamente a la boquilla mediante una bomba dosificadora especial.

Método de aplicación de hormigón proyectado por vía húmeda. Es el método en que se efectúa una mezcla de cemento, agregados y agua en partes proporcionales de peso en un sitio cercano al lugar de aplicación del hormigón proyectado o en camiones mezcladores de concreto. La mezcla es bombeada hacia la boquilla a través de una tubería o manguera. En la boquilla se adiciona aire seco comprimido y acelerantes de fraguado líquidos. Los últimos se dosifican mediante un dispositivo automático en función del caudal de transporte de mezcla producido por la bomba de concreto.

Capa. Es una cáscara de espesor discreto formada a través de la proyección de hormigón proyectado en varias pasadas de la boquilla, a la que se le permite el fraguado antes de una posterior aplicación.

Aditivos. Materiales que son incorporados a la mezcla básica de concreto tales como acelerantes de fraguado, aditivos reductores de agua, fluidificantes, retardadores de fraguado y mezclas para el control del proceso de hidratación.

Acelerante de fraguado. El acelerante de fraguado es un aditivo en polvo o líquido que acelera la reacción del cemento en la mezcla, permitiendo de esta forma un aumento más veloz de materialización de resistencia mecánica del hormigón proyectado.



Mezcla nula. Es una mezcla sin aditivos, (en particular sin aditivos para la aceleración del fraguado), la que es tomada como referencia para la evaluación de las variación de las características tecnológicas del hormigón proyectado con incorporación de aditivos acelerantes u otros tipos de aditivos, (por ejemplo reducción de la resistencia a la compresión final).

Boquilla. Es un tubo con un dispositivo de mezclado que permite la adición de líquidos y/o aire, dispuesto en el extremo de la manguera de transporte, que posibilita una proyección direccionada del concreto sobre la superficie de aplicación.

Rebote. Es la proporción de hormigón proyectado que atraviesa la boquilla de proyección que no se adhiere a la superficie de aplicación, no formando parte del soporte, sino que rebota y se cae al suelo. En su mayor proporción el rebote consiste en agregado, aunque también se compone de agua y cemento.

Sellado de hormigón proyectado. Capa delgada de hormigón proyectado aplicada sobre una superficie de subsuelo con la finalidad de lograr una protección inmediata contra la relajación o deterioro de la misma o un sellado de la superficie para evitar el ingreso de agua. El espesor mínimo de la capa de sello es de 20 mm.

4.2 REQUERIMIENTOS GENERALES

En vista de la posibilidad de presencia de agua subterránea que puede ser agresiva para el concreto, se requiere el empleo de hormigón proyectado resistente a sulfatos.

Los requisitos generales con relación a la composición de las mezclas y a la instalación del hormigón proyectado son las siguientes:

- Compacidad
- Homogeneidad (mezcla de partida y dosificación uniforme)
- Generación reducida de polvo
- Buena adherencia sobre superficies (también sobre cabeza)
- Posibilidad de aplicación de espesores gruesos en una sola capa
- Rebote reducido
- Desarrollo temprano de resistencia
- Resistencia final mayor o igual que la nominal
- Garantía de una determinada evolución de la resistencia en las primeras horas después de la aplicación
- Reducida pérdida de resistencia final frente al concreto nulo
- Reducidas distancias de transporte y rápida instalación

La instalación de obra deberá proveer la posibilidad de empleo de aditivos acelerantes de fraguado líquidos y cenizas volantes.

El Concesionario deberá proveer plantas de mezclado para hormigón proyectado, en número suficiente para cumplir con la realización de las obras en los Plazos requeridos. La capacidad



de los silos de cemento, como de los depósitos de agregado y aditivos deberá ser tal que posibilite un trabajo sin interrupciones en el frente de excavación.

El emplazamiento de las máquinas de producción de hormigón proyectado dentro de la obra subterránea deberá ser de manera tal que no exceda una distancia de transporte de material entre máquina y boquilla de 80 - 100 m.

El espesor máximo de una capa de hormigón proyectado no deberá exceder los quince (15) centímetros.

En caso de haberse aplicado en forma sucesiva 3 capas de hormigón proyectado habrá que interrumpir la actividad de aplicación como mínimo durante un (1) día antes de continuar con la aplicación de nuevas capas.

Para la determinación del espesor de cada capa de hormigón proyectado deberán instalarse antes de cada aplicación puntas de acero de longitud predefinida.

4.3 MATERIALES

4.3.1 Cemento

Todo el cemento a emplear en la preparación del concreto deberá ser de buena calidad, procedente de una fábrica aprobada por la Supervisión de Obra; su contenido de álcalis no deberá exceder del 0,60% y deberá cumplir con los requisitos para el cemento Portland tipo I según lo especificado en la norma ASTM-C-150-94: "Specification for Portland Cement", o con los requisitos para cementos adicionados, según lo especificado en la norma ASTM-C-595-94 (excluidos los tipos S y SA), "Specification for Blended Hydraulic Cements".

Una vez que el fabricante del cemento haya sido aprobado por la Supervisión de Obra, el Concesionario deberá obtener de dicho fabricante un certificado en el que conste que el cemento que se suministrará a la obra cumple con las especificaciones aquí establecidas, incluyendo aquella en la que se determina que está exento de fraguado falso.

En dicho certificado deberán aparecer los resultados de los ensayos de los análisis físico - químicos incluyendo análisis total óxido y de compuestos sobre los cuales se basa el concepto de aceptabilidad. Dos copias del certificado deberán entregarse directamente a la Supervisión de Obra junto con el primer envío procedente de cada nuevo depósito de almacenamiento de cemento.

Cada envío sucesivo procedente de cualquier depósito de almacenamiento aceptado deberá estar debidamente identificado y venir acompañado del respectivo certificado por duplicado en el que conste que el cemento cumple con las especificaciones aquí establecidas. Los resultados de estos ensayos, junto con la respectiva certificación, se deberán entregar tan pronto como sea posible, sin esperar a la terminación de los ensayos de resistencia a los 7 y 28 días.

Después de recibida la certificación, la Supervisión de Obra permitirá el uso de cemento certificado, siempre y cuando que los ensayos de las muestras tomadas dentro de las 24 horas posteriores a la entrega del cemento confirmen que este cumple con las especificaciones y requisitos aquí establecidos.



El cemento que no cumpla con las especificaciones requeridas será rechazado y deberá ser retirado del sitio de la obra. Además, en el caso de que la certificación no sea confirmada por los ensayos de muestras de cemento tomadas después de entregado el suministro, se deberá suspender los envíos de este tipo y marca de cemento hasta cuando se hayan hecho los ensayos en muestra de fábrica que demuestren que el cemento cumple con las especificaciones. Solamente después de que dichos ensayos confirmen que el cemento almacenado en por lo menos tres (3) depósitos reservados para el suministro con destino a la obra cumple las especificaciones se podrá despachar de nuevo el cemento, bajo certificación previa a los ensayos confirmatorios.

Los métodos de obtención de muestras y ensayos se deberán hacer con las normas de la ASTM C-150.

4.3.1.1 Manejo y almacenamiento

El cemento podrá ser suministrado a granel, para lo cual el Concesionario proveerá el transporte adecuado y todas las facilidades necesarias para asegurar las buenas condiciones de los materiales y permitir su pesaje correcto a medida que lleguen a los depósitos. El envío de este cemento se deberá efectuar en camiones en recipientes herméticos debidamente limpios, diseñados de tal forma que impidan la exposición de los materiales a la humedad. Previa autorización de la Supervisión de Obra, se podrá suministrar cemento en sacos para algunas obras o trabajos. El cemento suministrado en sacos se deberá proteger con cubiertas impermeables durante el transporte; los sacos deberán tener envolturas fuertes de papel, bien confeccionadas y cada uno con las indicación del tipo de cemento y de la marca de fábrica. El cemento en sacos rotos o dañados será rechazado o aceptado como fracción de saco completo mediante la autorización previa de la Supervisión de Obra.

El Concesionario deberá almacenar el cemento a granel según el tipo y marca, provenientes de fábricas diferentes, en silos herméticos separados provistos de todos los accesos y facilidades necesarias para la inspección e identificación de los materiales, construidos de tal forma que no queden espacios muertos, impidan la exposición de materiales a la humedad y cuyos orificios de ventilación estén provistos de colectores de polvo para evitar pérdidas de material. El Concesionario deberá tomar todas las medidas que sean necesarias para prevenir la contaminación de los silos de cemento. El diseño y construcción de los depósitos, silos de almacenamiento e instalación para despacho y retiro del cemento deberán ser realizados por el Concesionario y sometidos a la aprobación de la Supervisión de Obra, por lo menos un (1) mes antes de iniciarse la utilización de cemento en la obra.

El Concesionario deberá desocupar y limpiar los silos con la frecuencia que sea necesaria, o cuando por cualquier razón la Supervisión de Obra así lo ordene, pero como mínimo deberá desocupar y limpiar los silos una vez cada tres (3) meses. El Concesionario no tendrá derecho a la compensación adicional de ninguna índole por la realización de esta labor o por la interferencia que la ejecución pueda crear en el avance de la obra.

El cemento suministrado a la obra en sacos deberá ser almacenado de tal forma que no quede en contacto con el suelo y permanezca protegido contra la absorción de humedad; los sacos de cemento se deberán colocar en pilas cuya altura no sea mayor de catorce (14) sacos para periodos de almacenamiento inferiores a treinta (30) días y pilas cuya altura no sea mayor de



siete (7) sacos para periodos de almacenamiento superiores a treinta (30) días; además los sacos de cemento se deberán almacenar en tal forma que permitan el libre acceso y se puedan realizar fácilmente las labores de inspección e identificación de cada lote.

El cemento en sacos procedentes de diferentes tipos y marcas se deberá almacenar en secciones separadas dentro de las bodegas; cada marca y tipo se deberá identificar por medio de un color especial o cualquier otro distintivo previamente aprobado por la Supervisión de Obra.

El Concesionario deberá usar con prioridad cualquier cemento que haya sido almacenado por sesenta (60) días o más antes de usar cemento con menos tiempo de almacenamiento y en general, deberá emplear estos materiales lo antes posible y aproximadamente en el mismo orden cronológico de llegada a las bodegas de la obra. El cemento que se haya almacenado en el sitio de la obra por más de noventa (90) días, o cualquier cemento que en opinión de la Supervisión de Obra se haya deteriorado por deficiencias en las operaciones de manejo y/o almacenamiento, no podrá ser usado a menos que los resultados de nuevos ensayos realizados a cuenta del Concesionario demuestren a la Supervisión de Obra que dicho material se encuentran en buenas condiciones y cumple todos los requisitos aquí establecidos.

El Concesionario deberá llevar un registro exacto del recibo y consumo de cada tipo de marca de cemento en el sitio de la obra, los resultados de ensayos a que sea sometido y de las operaciones y estructuras en que se haya usado dicho cemento. Copias de dichos registros se deberán entregar mensualmente a la Supervisión de Obra o cuando quiera que ella los solicite.

Las mezclas de hormigón proyectado deben emplear cementos de composición química homogénea y finura uniforme. Para cada partida de cemento provista en obra el Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra los certificados de fabricación correspondientes. Asimismo, deberá poner a disposición de la Supervisión de Obra los análisis y resultados de ensayos estándar disponibles.

Adicionalmente a los requerimientos de las normas, los cementos empleados deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- Inicio de fragüe: no antes de 1,5 y no más tarde que 4 horas;
- Finura: el valor medio de la superficie específica según Blaine no deberá ser inferior a 350 m²/kg y no mayor a 450 m²/kg de acuerdo a la Norma ASTM C 150-94. El desvío estándar de la superficie específica según Blaine no deberá exceder 5 % del respectivo valor medio escogido;
- Exudación (bleeding): el volumen de agua expelida no deberá ser superior a 20 cm³ cuando se ensaya en correspondencia con el ensayo determinado en el ítem 4.7.4.5.
- Resistencia a la compresión: la resistencia a la compresión de prismas cúbicos de mortero de acuerdo a la Norma ASTM C 109-93 deberá ser: (valor característico con 95 % de confianza):
 - o Después de 1 día + 0,5 horas: > 15 MPa
 - o Después de 3 días + 1 hora: > 25 MPa
 - o Después de 28 días + 4 horas: > 52,5 MPa



- o El desvío estándar de la resistencia a la compresión a los 28 días no debe superar los 3,5 N/mm².
- Temperatura del cemento: la temperatura del cemento en su recepción en la planta productora de cemento no debe superar los + 80 °C.

Los requerimientos arriba especificados deben ser verificados inicialmente en el curso de la realización de los ensayos de aptitud, así como también al menos una (1) vez por mes como parte de los ensayos de obra.

4.3.2 Agregados

Los agregados deberán cumplir con los requisitos generales de alguna de las siguientes normas: "Specification for Concrete Aggregates", ASTM C33-93, o "Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete", ASTM C 330-89.

La granulometría de los agregados para mezclas con tamaños nominales menores de 12,7 milímetros (½ pulgada) deberá ser establecida por el Concesionario y sometida oportunamente a aprobación de la Supervisión de Obra.

El Concesionario deberá dar a conocer a la Supervisión de Obra por escrito el origen y ubicación de los agregados que usará.

Los agregados deberán ser limpios, fuertes, durables gradados en forma conveniente y no contener cantidades perjudiciales de polvo, barro, arcilla, pirita de hierro, óxidos de hierro, mica, carbón o cualquier otro material laminar, blando o poroso o impurezas. Sus características petrográficas, forma del grano y granulometría deben ser tales que garanticen la resistencia deseada del hormigón proyectado.

Los agregados gruesos no deberán contener piedras de gran tamaño. La fracción de grava de los agregados no deberá acusar una fracturación excesiva durante la provisión de material. El porcentaje de partículas finas de tamaño de grano inferiores a 0,06 mm deberá ser inferior al dos por ciento (2%) del total del agregado.

El tamaño máximo de los agregados no deberá exceder los 12 mm. En caso de ser usado el método por vía húmeda podrá ser necesario, en función de los tipos de bombas de concreto disponibles, limitar el tamaño de grano máximo a 8 mm.

Las proporciones de agregados de tamaño simple deberán responder a la combinación resultante de los ensayos en obra. Cada fracción de agregado debe ser almacenado en obra en forma independiente.

El contenido de cloruro expresado en iones cloro, según norma ASTM D-512, no deberá exceder 0,03 por ciento (0,03 %) en peso.

El contenido de sulfatos expresado como SO₃, no podrá ser mayor que 0,4 por ciento (0,4 %) en peso. Su determinación se hará de acuerdo con la norma ASTM D-516.

El contenido total de cloruros, expresado en iones cloro, según norma ASTM D-512, resultante de todos los ingredientes de la mezcla para hormigón proyectado como agregados, agua, cemento y aditivos, no deberá exceder 0,2 % (en el 95 % de todos los resultados de ensayos,



siempre que ningún resultado simple sea mayor a 0,4 %) en peso, como porcentaje del peso del cemento en la mezcla.

El contenido total de sulfatos expresado como SO₃, resultante de todos los ingredientes de la mezcla para hormigón proyectado como agregados, agua, cemento y aditivos, no deberá exceder 4 % en peso, como porcentaje del peso del cemento en la mezcla.

Antes de utilizarse en la planta de mezclado, los agregados deberán poseer una temperatura superior a los +5 grados Celsius (°C).

Los agregados deberán ser chequeados en vista a posibles reacciones químicas con el cemento y los aditivos, especialmente los acelerantes de fraguado, (reacción agregado-álcalis), que no estén cubiertas por las especificaciones de materiales y manufactura del concreto. Los agregados deberán estar libres de minerales de los que se sepa que causan reacciones químicas del tipo álcali-sílice, álcali-silicatos, álcali-carbonatos, etc.

La humedad propia de la combinación de agregados antes de su ingreso a la planta de mezclado para su utilización en el proceso por vía seca, no debe superar los 5 %.

La composición granulométrica y humedad de las fracciones individuales de agregados de tamaño simple deberá ser verificada en obra por lo menos dos veces por semana. Las muestras se obtendrán inmediatamente antes de su ingreso a la planta de mezclado.

4.3.3 Aditivos en General

Adicionalmente a la presente especificación particular los aditivos deberán cumplir con todos los requerimientos para aditivos establecidos en las EG 2000. El uso de aditivos para propósitos no cubiertos por las especificaciones generales para materiales y manufactura de concreto o por la presente especificación no está permitido, excepto a través de la aprobación por escrito por parte de la Supervisión de Obra.

En tales casos el Concesionario deberá proveer una documentación completa y suficiente para justificar el empleo de los aditivos propuestos.

Los aditivos deberán estar libres de cloruros, significando esto que el porcentaje de cloruros expresado en iones cloro, determinado según norma ASTM D-512, no deberá exceder el 0,1 por ciento (0,1 %) en peso del aditivo.

Las condiciones de almacenamiento de los aditivos deberán responder a las exigencias establecidas por parte de los proveedores de los mismos. Los aditivos empleados en la mezcla deberán ser aprobados por la Supervisión de Obra.

Antes de ser empleados en las mezclas de obra, su acción deberá ser demostrada mediante ensayos de aptitud. La compatibilidad entre diferentes aditivos y entre aditivos y otros componentes del hormigón proyectado, deberá ser demostrada mediante ensayos de aptitud antes de ser utilizados en obra. Con anticipación a la ejecución de los ensayos de aptitud, el Concesionario deberá proveer a la Supervisión de Obra un certificado del fabricante del aditivo que confirme la estabilidad del aditivo en el agua de mezclado. En general los aditivos deberán ser adicionados a la mezcla de hormigón proyectado en forma mecánica, proveyéndose un dispositivo de regulación para la dosificación automática, de forma que se eviten alteraciones



en los porcentajes establecidos. El dispositivo de dosificación deberá ser suficientemente exacto para garantizar una precisión de $\pm 5\%$ de la dosificación preestablecida.

4.3.4 Acelerantes de Fraguado

La dosificación de acelerantes de fraguado deberá ser la menor necesaria para garantizar la evolución de resistencia y la resistencia final del hormigón proyectado requeridas en el ítem 4.6.3 de esta especificación. La determinación de esta dosificación resultará de ensayos de laboratorio y de ensayos posteriores de aptitud en obra, (usándose las instalaciones de obra), como es definido en esta

Cualquier aumento de la dosificación preestablecida como resultado de ensayos no deberá ser superior al uno por ciento (1 %) del peso de cemento. La dosificación de acelerantes puede ser reducida en aplicaciones de hormigón proyectado en superficies verticales o proyecciones horizontales hacia abajo. Los acelerantes de fraguado deberán ser ensayados de acuerdo a la presente especificación no menos que una vez cada dos meses en relación a su compatibilidad con el cemento empleado, (reducción de la resistencia). En caso de empleo de acelerantes líquidos, se deberá inspeccionar en forma visual y con la misma frecuencia su estabilidad frente a posibles cristalizaciones durante el almacenamiento. Los plazos máximos y las condiciones de almacenamiento, así como también los requerimientos de seguridad sugeridos por los fabricantes deberán ser respetados por el Concesionario y verificados por la Supervisión de Obra. Las dosificaciones recomendadas y máximas admisibles para los acelerantes de fraguado expresadas en porcentaje en peso respecto del peso de cemento son las siguientes:

Recomendada Máxima

- Acelerantes en forma de polvo 6 - 8 % 10 %
- Acelerantes del tipo líquido 4 - 6 % 8 %

No se permite el uso de silicatos de sodio como acelerantes de fraguado.

La reducción de resistencia del hormigón proyectado con la dosificación de acelerante de fraguado establecida, frente al hormigón proyectado nulo (sin acelerante de fraguado) no debe superar los siguientes porcentajes, para edades de 7 ó 28 días:

Recomendada Máxima

- Acelerantes en forma de polvo 25 - 30 % 25 %
- Acelerantes del tipo líquido 15 - 20 % 15 %

4.3.5 Aditivos reductores de agua, fluidificantes y retardadores de fraguado

Aditivos reductores de agua y retardadores podrán ser utilizados para el proceso de hormigón proyectado por vía húmeda para reducir la cantidad de agua de mezclado y aumentar la trabajabilidad del mismo durante su bombeo. El efecto de estos aditivos deberá ser analizado mediante ensayos de aptitud en obra. Estos aditivos podrán ser empleados únicamente con la expresa aprobación de la Supervisión de Obra. Su efecto sobre el hormigón proyectado deberá ser investigado regularmente con relación al tiempo de fraguado, reducción de agua y evolución de la resistencia en el tiempo frente al hormigón proyectado nulo.



4.3.6 Aditivos impermeabilizantes

Aditivos impermeabilizantes podrán ser utilizados para mejorar la impermeabilidad del concreto.

La permeabilidad de los hormigones depende de varios factores relacionados entre sí y que pueden resumirse en los siguientes:

- Compacidad, que, es función de la forma y granulometría de los áridos, de la dosificación de cemento, de los medios de puesta en obra empleados y del curado.

Estructura de la pasta de cemento hidratada en la cual se encuentran microcristales de silicatos y aluminato de calcio que presentan una red de conductos capilares formados al evaporarse parte del agua durante el proceso de hidratación.

Si el hormigón está bien estudiado, puesto en obra, compactado y curado, se podrá asegurar que es impermeable. No obstante, se pueden emplear diferentes aditivos que mejoren la impermeabilidad del hormigón, bien entendido que si los poros y conductos son de diámetros grandes, será imposible con estos productos conseguir un concreto impermeable. Se pueden considerar dos tipos de aditivos para este fin: los reductores de penetración de agua y los hidrófugos.

Los primeros, aumentan la resistencia al paso del agua a presión sobre un concreto endurecido; los segundos, disminuyen la absorción capilar o el paso de agua a través de un hormigón saturado. Los aireantes tienen un papel notable sobre la impermeabilidad al interrumpir con burbujas de aire la red capilar de los hormigones. Los plastificantes también son beneficiosos porque disminuyen de la red capilar. Sin embargo, aquí se hace referencia a productos que se emplean con la función principal de impermeabilizar, al colmatar los capilares de la pasta de cemento hidratada. Su dosificación deberá ser determinada en base a ensayos de aptitud en obra de acuerdo con la presente especificación

4.3.7 Aditivos de control de hidratación

Aditivos para el control del proceso de hidratación pueden ser empleados con atención a esta especificación y siempre que sean aprobados por la Supervisión de Obra. Aditivos para el control del proceso de hidratación no deben poseer componentes que originen una reducción de la resistencia del hormigón proyectado más allá de la admitida en el ítem 4.3.4, párrafo (6) de la presente especificación. Estos aditivos podrán ser usados siempre y cuando las condiciones de borde o limitaciones de actividad en la obra lo requieran en función de poder asegurar una actividad continua de avance de excavación de las cavidades subterráneas y las condiciones de seguridad necesarias de las mismas en término de su impacto sobre el medio ambiente. Su dosificación deberá ser determinada en base a ensayos de aptitud en obra de acuerdo con la presente especificación. La compatibilidad entre aditivos de control de hidratación con cemento, otros materiales hidráulicamente activos y acelerantes de fraguado deberá ser verificada a través de ensayos de aptitud. El empleo de los aditivos de control de hidratación deberá ajustarse a las instrucciones de los fabricantes.



4.3.8 Cenizas volantes u otras puzolanas

Para aumentar la adherencia, la resistencia final e impermeabilidad frente al agua subterránea del hormigón proyectado, es recomendable agregarle a la mezcla cenizas volantes u otras puzolanas. La relación cemento - cenizas más conveniente deberá ser determinada a través de los ensayos de aptitud del hormigón proyectado. El porcentaje de cenizas no debe superar el rango entre 15 a 20 %, de acuerdo al tipo de cemento empleado. Las cenizas volantes deben ser adicionadas a la mezcla como componente independiente en la planta de mezclado con el porcentaje en peso correspondiente. Se deberá garantizar un mezclado homogéneo de cemento y cenizas volantes en la mezcla seca mediante un tiempo de mezclado que permita producir un compuesto de características uniformes y apariencia homogénea. El valor mínimo de la superficie específica (Blaine) de las cenizas volantes debe ser 450 m²/kg, pudiendo variar la misma en un rango de máximo + 25 m²/kg. La finura de las cenizas volantes deberá ser verificada en obra como mínimo una vez al mes.

4.3.9 Humo de sílice condensado

Mediante la incorporación de humo de sílice como aditivo se pueden mejorar las características del hormigón proyectado, en particular:

- Reducir la generación de polvo,
- Reducir el rebote,
- Aumentar la adherencia,
- Mejorar la impermeabilidad del soporte de hormigón proyectado,
- Aumentar la resistencia a la acción de agentes químicos agresivos.

El humo de sílice en polvo deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- El contenido de SiO₂ no debe ser inferior al 90 %,
- El humo de sílice no debe contener más de 0,2 % en masa de sílice metal ni cualquier otro material nocivo tal como cuarzo, óxido y/o fibras de celulosa,
- El tamaño de las partículas deberá estar entre 0,1 y 0,2 micrones,
- Finura: la superficie específica (Blaine) no deberá ser inferior a 20.000 m²/kg,
- El contenido de álcalis total en término de equivalente Na₂O no debe superar el 2 %,
- Contenido de carbono < 2 %,
- Índice de actividad > 95 % después de 28 días,
- Contenido de humedad < 3 %
- SO₃ (soluble en agua) < 1 %

Si se emplea el humo de sílice en suspensión con agua (slurry), la misma deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- pH entre 5 + 1,



- Densidad relativa entre 1,3 y 1,4.
- La viscosidad deberá ser de 20 segundos en un vaso de viscosidad de 4 mm, de acuerdo al "British Board of Agreement Certificate 85/1568".

La verificación de los requerimientos citados en los puntos (2) y (3) anteriores deberá ser efectuada en base a ensayos en obra como mínimo una vez al mes.

El porcentaje óptimo de humo de sílice deberá ser determinado con base en ensayos de aptitud en obra antes de su empleo. Para su posterior empleo se requiere la expresa aprobación por escrito de la Supervisión de Obra. Las suspensiones de humo de sílice deberán ser agitadas regularmente por medio de bombas de circulación antes de su empleo en la mezcla. Se deberá determinar la compatibilidad entre el humo de sílice y los demás aditivos líquidos, bien sobre la base de experiencia probada o alternativamente por medio de ensayos apropiados. En ambos casos, la Supervisión de Obra debe dar su aprobación antes del empleo de humo de sílice en el hormigón proyectado.

4.3.10 Agua

El agua que se emplee para la mezcla deberá ser limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial para el concreto. En general, se considera adecuada el agua que sea apta para el consumo humano.

El pH medio según norma ASTM D-1293 no podrá ser inferior a cinco (5). El contenido de sulfatos expresado como SO₄, no podrá ser mayor de un gramo por litro (< 1 g/L). Su determinación se hará de acuerdo con la norma ASTM D-516.

El contenido de ión cloro, determinado según norma ASTM D-512, no podrá exceder de dos gramos por litro (< 2 g/L).

El agua no deberá contener una cantidad mayor a cuatro (4) centímetros cúbicos (cm³) de materiales en suspensión en un cilindro de medición que contenga ochenta centímetros cúbicos (80 cm³) de agua.

Asimismo, el agua deberá cumplir con las siguientes limitaciones:

- Contenido de azúcar inferior a cien miligramos por litro (< 100 mg/L);
- Contenido de sacarosa inferior a cien miligramos por litro (< 100 mg/L);
- Contenido de fosfatos (P₂O₅) inferior a cien miligramos por litro (< 100 mg/L);
- Contenido de nitratos (NO₃⁻) inferior a quinientos miligramos por litro (< 500 mg/L);
- Contenido de zinc (Zn²⁺) inferior a cien miligramos por litro (< 100 mg/L);
- Contenido de sodio (Na⁺) inferior a un gramo por litro (< 1000 mg/L);

4.4 PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE

4.4.1 Mezclado

4.4.1.1 Proceso por vía seca



Los componentes individuales del hormigón proyectado deberán ser pesados en las proporciones especificadas mediante una balanza automática. Únicamente podrán ser dosificados en volumen los aditivos líquidos que se incorporen a la mezcla. La precisión del pesado debe ser de + 3 % para el cemento, agregados y agua, mientras que para los aditivos puede ser de + 5 %. La precisión de la balanza debe ser verificada por la Supervisión de Obra al menos una vez por mes. La humedad de la arena no debe superar el 6 % ni ser inferior al 2 %, debiendo mantenerse lo más constante posible. La humedad propia total de la mezcla seca no deberá exceder el 4 %. En caso de que la humedad propia de la mezcla sea demasiado baja será necesario aumentarla a través de un rociado con agua. La mezcla de cemento, aditivos hidráulicamente activos, como humos de sílice o cenizas volantes, y agregados deberá efectuarse en forma mecánica en una planta de mezclado apropiada durante un plazo suficiente para asegurar la homogeneidad de la mezcla seca. Este plazo deberá ser al menos de un (1) minuto.

Se deberán realizar ensayos periódicos para garantizar que se está alcanzado un mezclado total como requerido. La planta de mezclado deberá estar emplazada lo más cerca posible del lugar de aplicación del hormigón proyectado. El producto del mezclado deberá ser puesto a disposición para el transporte a través de un dispositivo de entrega o distribución adecuado que no permita la segregación de los componentes de la mezcla. En general, el producto de la mezcla podrá ser utilizado sólo si la aplicación del hormigón proyectado puede ser completada dentro de un periodo máximo de noventa (90) minutos a partir del momento del inicio de mezclado. Este lapso deberá reducirse al menor posible, en particular en condiciones ambientales de elevadas temperaturas y humedad. Únicamente en casos excepcionales o contra la provisión de comprobantes adicionales, EL Concesionario podrá aumentar el periodo de uso de la mezcla. Para ello deberá existir la autorización expresa por parte de la Supervisión de Obra.

Una vez transcurrido el período correspondiente el material mezclado deberá ser descartado.

Los aditivos acelerantes de fraguado en polvo no deberán ser adicionados a la mezcla hasta inmediatamente antes de su colocación en la máquina de producción del hormigón proyectado. Éstos deben ser dosificados y adicionados a través de un dispositivo mecánico de dosificación, dispuesto inmediatamente antes de que la mezcla seca ingrese a la máquina de hormigón proyectado. Los acelerantes de tipo líquido deberán ser dosificados a través de una bomba especial y adicionados a la mezcla seca en la boquilla o cerca de ella. La temperatura de la mezcla de los componentes del hormigón proyectado no deberá superar los treinta grados centígrados (30 °C) ni ser inferior a los cinco grados centígrados (5 °C).

El Concesionario deberá implementar un sistema de notas de envío, de modo de registrar la fecha y hora de mezclado, el número de diseño de mezcla, cantidad, lugar y tiempo de entrega y de finalización de la instalación del hormigón proyectado. Las notas de envío deberán ser remitidas a la Supervisión de Obra. Será obligatorio realizar una inspección regular de la mezcla en obra, que cumpla con las siguientes verificaciones:

- Inspección visual, por ejemplo en relación al color de la misma,
- Determinación del contenido de humedad,
- Temperatura,



- Granulometría.

4.4.1.2 Proceso por vía húmeda

En lo general son aplicables los mismos requisitos relacionados con el pesado de los componentes de la mezcla, que para el proceso por vía seca. La mezcla resultante del mezclado húmedo de los componentes deberá responder a los requisitos generales aplicables al concreto de bombeo. En el proceso de aplicación de hormigón proyectado por vía húmeda sólo son aplicables aceleradores líquidos. Estos deberán ser adicionados en la boquilla o cerca de la misma. El suministro de acelerantes deberá ser implementado a través de una bomba dosificadora, de modo de lograr una adición de acelerante proporcional al caudal de mezcla húmeda provista por la bomba de concreto. El hormigón proyectado no deberá ser instalado después de tres (3) horas contadas a partir del inicio del mezclado. En caso de que las condiciones de la obra hagan propicio el uso de retardadores o aditivos de control de hidratación y que éstos sean aprobados por la Supervisión de Obra este plazo podrá ser extendido contra presentación por parte del Concesionario de los comprobantes justificativos correspondientes que acrediten la aptitud de la mezcla. Para ello será necesario haber efectuado ensayos de aptitud cuyos resultados corroboren que la resistencia final del hormigón proyectado no se reduzca en más de 25 por ciento (25 %) respecto de la del hormigón proyectado nulo.

4.4.2 Transporte de la mezcla

En caso de tener que efectuarse almacenamientos intermedios de la mezcla seca o que la distancia de transporte sea importante, deberá tenerse especial consideración de los factores que influyen en la hidratación prematura del hormigón proyectado. Los depósitos de almacenamiento intermedio deben garantizar el mejor posible aislamiento de la mezcla frente a agentes externos. Material de mezcla seca que se haya esparcido durante la alimentación de la máquina de hormigón proyectado o que se haya filtrado a través de ésta durante su acción debe ser descartado para todo uso posterior. El transporte de la mezcla seca puede ser efectuado mediante camiones de mezclado o en contenedores libres de agitación. La mezcla del proceso por vía húmeda deberá ser transportada sin adición de acelerantes de fraguado a través de cualquier tipo de sistema de transporte que garantice un mezclado completo durante el transporte y que prevenga la segregación de los componentes. Al igual que la mezcla seca, la húmeda deberá ser protegida efectivamente contra la influencia de agentes externos.

4.4.3 Equipamiento

4.4.3.1 General

Todas las tuberías de transporte de componentes de hormigón proyectado deben ser de diámetro uniforme, debiendo asimismo estar dispuestas en tramos rectos o en curvas de radios amplios y estar protegidas, de modo de que no sea perturbado el movimiento de material a través de ellas. Los acoplamientos deberán garantizar hermeticidad. La máquina de producción de hormigón proyectado deberá ser calibrada en término de alimentación de aire comprimido, velocidad de rotación y volumen de las cámaras del rotor de modo tal de ser compatible con la longitud y el diámetro de las tuberías o mangueras de transporte. El equipo deberá ser



hermético. Los residuos de material dentro de la máquina deberán ser extraídos después de cada operación independiente de aplicación de hormigón proyectado. Los sistemas de alimentación de aire y agua deberán ser capaces de suministrar la máquina de hormigón proyectado y manguera con las presiones y caudales recomendados por el fabricante de la máquina. Está prohibida la utilización de un sistema de suministro de aire que provea aire contaminado con aceite. Los equipos de producción de hormigón proyectado deberán ser aptos para suministrar material en forma ininterrumpida y con caudal constante, garantizando asimismo velocidades de proyección en la boquilla que posibiliten una buena adherencia del material a la superficie, minimicen las pérdidas por rebote y proporcionen adhesión y densidad máximas. El equipo de proyección de hormigón proyectado deberá permitirle al operador de la boquilla emplear agua y aire en cualquier combinación deseada de manera de poder preparar tanto superficies ásperas como efectuar terminaciones. En casos en que la aplicación manual de hormigón proyectado no sea segura para el operador o bien poco conveniente del punto de vista práctico o no deseable por otras razones, el Concesionario deberá proveer un brazo mecánico dirigible para la proyección de la mezcla.

4.4.3.2 Proceso por vía seca

La boquilla deberá estar diseñada y construida de tal forma que sea posible controlar y dosificar el agua y así mismo asegurar la mezcla completa de todos los componentes del hormigón proyectado, tales como acelerantes de fraguado u otros aditivos, (suspensión de humo de sílice, etc.). La adición de acelerantes de fraguado en forma de polvo deberá efectuarse por medio de un dispositivo mecánico de dosificación instalado directamente junto a la máquina de hormigón proyectado. El dispositivo deberá suministrar el acelerante en forma continua y con un caudal constante. Se deberá poder ajustar dicho dispositivo mecánico o manualmente para lograr un aumento o disminución del suministro del aditivo acelerante. Los dispositivos de dosificación deberán ser protegidos contra acciones externas como agua, suciedad, etc. Para la adición de aditivos acelerantes de fraguado líquidos se deberán proporcionar dispositivos de dosificación que aseguren una alimentación continua de aditivo en las proporciones prefijadas relativas a la masa de cemento o respectivamente al caudal de suministro de la mezcla. En caso de adicionar el acelerante líquido al agua, se deberá asegurar que éste se mezcle completamente con el agua y que permanezca en estas condiciones a través de un agitado periódico. La absorción del líquido acelerante deberá efectuarse sin que se produzcan burbujas de aire, debiéndose interponer filtros para evitar el ingreso de cuerpos extraños. El agua de mezclado deberá ser conducido a la boquilla con suficiente presión a través de tuberías o mangueras. Su temperatura no debe ser inferior a los 8 grados centígrados (8 °C) ni superior a los 50 grados centígrados (50 °C).

4.4.3.3 Proceso por vía húmeda

En general, son aplicables para este proceso los mismos requisitos que para el proceso por vía seca, debiéndose, en particular, tener en cuenta las especificaciones siguientes: La instalación del equipamiento para el proceso húmedo deberá efectuarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. El caudal de suministro de concreto deberá ser continuo para permitir una aplicación uniforme del hormigón proyectado. El dispositivo de dosificación de acelerantes de fraguado deberá operar en forma sincrónica con la bomba de concreto, debiendo poder considerarse en el ajuste del mismo posibles variaciones de la viscosidad y de



la densidad bruta de la mezcla. Debido al elevado peso de las mangueras de alimentación de la boquilla, de ésta misma y de todos los demás accesorios, es aconsejable el empleo un brazo mecánico para la aplicación del hormigón proyectado. En caso de utilizarse este dispositivo, el mismo deberá garantizar una buena distribución superficial del hormigón proyectado y un funcionamiento continuo. Su operación tendrá que ser remota, permitiendo en todo momento una buena visibilidad del área de aplicación.

4.5 APLICACIÓN

4.5.1 General

La superficie excavada del terreno o de hormigón proyectado previamente instalado, deberá limpiarse cuidadosamente de todo resto de material suelto, escamas, desprendimientos y cualquier otra impureza mediante un chorro de aire comprimido. De resultar necesario, deberá usarse como forma alternativa un chorro de aire y agua a presión. Antes de proceder a la aplicación del hormigón proyectado, las superficies deberán estar libres de películas o filtraciones de agua. Siempre que la cavidad excavada atraviese sectores con presencia e infiltración de agua subterránea, será responsabilidad del Concesionario la captación y evacuación de ésta hacia la solera de la cavidad. Para ello, el Concesionario deberá instalar elementos tales como canaletas, tubos de drenaje perforados, mangueras para la conducción de agua, chapas, membranas u hojas sintéticas perfiladas, geotextiles o cualquier otro elemento apropiado para la captación y el drenaje del agua y la prevención de su contacto con el hormigón proyectado húmedo. En donde la situación hidrogeológica lo requiera, el Concesionario deberá ejecutar barbacanas en el soporte de hormigón proyectado, con el objeto de prevenir la acumulación de agua y generación de presión hidrostática sobre el mismo. La proyección del concreto sólo podrá ser llevada a cabo por operadores certificados de acuerdo a lo especificado en el ítem 4.5.3. La distancia óptima entre boquilla y superficie de aplicación se considera entre 1 y 1,5 metros, no debiendo exceder los 1,5 m para el proceso por vía húmeda, ni los 2 metros para el de vía seca. Como regla general, la boquilla deberá disponerse en forma perpendicular a la superficie de aplicación. No obstante, en caso de tener que proyectarse el concreto a través de arcos reticulados o de la malla de acero soldada, este ángulo podrá variar de acuerdo a las circunstancias, pudiéndose además reducir la distancia de aplicación. La proyección del concreto se deberá ejecutar mediante movimientos uniformes e ininterrumpidos, aplicándose espesores sucesivos de 5 a 10 centímetros. Se deberá lograr una aplicación compacta, homogénea y de superficie cerrada. El espesor máximo de una capa de hormigón proyectado no deberá exceder los 15 centímetros. Cuando se requieran espesores mayores, la(s) capa (s) subsiguiente(s) no deberá(n) ser aplicada(s) antes de que la capa previa haya desarrollado suficiente resistencia para evitar desprendimientos y para poder soportar el peso de la(s) capa(s) adicional(es). Las capas adicionales deberán ser completadas dentro de un período que no exceda los tres (3) días. Si este plazo se excediera será necesario limpiar la superficie de soporte existente mediante un chorro de aire y agua a presión.

La dosificación de acelerante de fraguado determinada a través de los ensayos de aptitud podrá ser modificada, en lo posible con las menores variaciones, durante el transcurso de la actividad, de modo que se adapte a las condiciones cambiantes de aplicación de hormigón proyectado.



Condiciones que puedan requerir cambios de dosificación pueden ser: la posición de la superficie de proyección, las variaciones estacionales de la temperatura y humedad del ambiente, así como también, posibles ingresos de agua y condiciones geológicas cambiantes. En caso de que se empleen acelerantes de fraguado líquidos, podrá ser necesario agregar también acelerantes de fraguado en polvo, en casos de fuerte ingreso de agua.

Los arcos metálicos, mallas soldadas y cualquier otro tipo de refuerzo metálico deberán cubrirse completamente con hormigón proyectado, tal como lo muestran los planos de detalle.

El recubrimiento mínimo de mallas soldadas y barras de acero en la cara interna del soporte de la cavidad deberá ser al menos de tres (3) centímetros; en todo caso deberá ser como mínimo igual al recubrimiento nominal indicado en los planos correspondientes.

En caso de emplearse más de una capa de armadura, la segunda no debe ser colocada antes de que la primera esté completamente cubierta por hormigón proyectado. Los elementos metálicos a ser cubiertos con hormigón proyectado han de ser bien sujetos antes de proyectarse el concreto sobre ellos. El material de rebote deberá ser removido inmediatamente después de cada aplicación de hormigón proyectado.

En ningún caso será admisible cubrir material de rebote con hormigón proyectado nuevo. En particular, se deberá tener precaución en juntas de trabajo entre capas de hormigón proyectado sucesivas que estén dispuestas en forma horizontal, como también en todas las juntas de construcción. En todas ellas, el rebote deberá ser completamente removido previo a la siguiente aplicación; si fuera necesario hasta por medio de martillos neumáticos.

Para evitar la cobertura de material de rebote mediante material nuevo se recomienda la aplicación de hormigón proyectado desde la base de la cavidad o sección subdividida de ésta hacia la clave o parte superior. En superficies verticales o casi verticales, será preferible comenzar con la proyección de concreto en la base inferior. Bajo ninguna circunstancia se admitirá una remoción y traslado del material de rebote de un lado de la cavidad a otro, por ejemplo hacia algún sector de túnel ya revestido. El mismo deberá ser extraído en forma completa fuera de la cavidad. El Concesionario deberá implementar medidas para verificar el espesor de hormigón proyectado, tal como se lo requiera la Supervisión de Obra.

Éstas podrán consistir en guías visuales, instaladas previamente a la aplicación del hormigón proyectado, o bien perforaciones efectuadas luego de completada la capa respectiva. En general se prescinde de un curado del hormigón proyectado para todas aquellas estructuras de carácter temporal, como lo son los soportes que se tratan en la presente especificación.

No obstante, la Supervisión de Obra se reserva el derecho de exigir que el Concesionario efectúe un curado del hormigón proyectado siempre que lo estime necesario para casos particulares, como lo son refuerzos, capas de pequeño espesor, sectores en que se requiere un reperfilado de la cavidad, etc. En tales casos, las superficies del hormigón proyectado deberán ser mantenidas con humedad al menos durante siete (7) días, lo que puede ser logrado mediante membranas de geotextil húmedas fijadas sobre la superficie o a través de un rociado con agentes de curado especiales.



4.5.2 Requerimientos Particulares para el Proceso por Vía Húmeda

La mezcla húmeda puede ser transportada hacia la boquilla de proyección en forma neumática (chorro fino) o a través de bombas de concreto (chorro denso). En este último caso, la velocidad de proyección del concreto en la boquilla se logra a través de la inyección de aire a presión suministrado directamente a la boquilla. Se deberán realizar los ajustes de calibración correspondientes para lograr la velocidad óptima de proyección.

4.5.3 Profesionalismo en la aplicación del hormigón proyectado

Siempre y cuando se emplee el método de proyección manual de concreto el Concesionario deberá disponer de operadores de boquilla que, previamente al inicio de actividad, hayan demostrado ser suficientemente hábiles y competentes en la aplicación de hormigón proyectado. Estos operadores deberán portar certificados de aptitud otorgados por el Concesionario y aprobados por la Supervisión de Obra.

4.6 REQUERIMIENTOS DEL HORMIGÓN PROYECTADO

4.6.1 General

(o concreto lanzado o shot crete) es un hormigón que se proyecta con bombas especiales mezclando agua y parte seca y que adhiere inmediatamente al soporte completando el fraguado en unos minutos. El hormigón proyectado requerido a través de la presente especificación deberá cumplir con una función de soporte estructural a través de la materialización y de un soporte primario de las cavidades subterráneas objeto del presente proyecto. En general, toda aplicación de hormigón proyectado objeto de la presente especificación deberá cumplir con requerimientos especiales en lo que respecta al inicio del fraguado de la mezcla, resistencia temprana y desarrollo de la resistencia en función del tiempo.

El presente capítulo contiene las especificaciones relacionadas con los aspectos mencionados.

El hormigón proyectado deberá poder ser aplicado en capas individuales de hasta quince (15) centímetros de espesor para cualquier posición de la superficie en el espacio. Deberá poseer capacidad de adhesión a estas superficies o a superficies de hormigón proyectado previamente instaladas o a elementos de refuerzo metálicos parte del sistema de soporte primario de la cavidad, debiendo además poder envolver a dichos elementos sin que se generen huecos. Durante la aplicación del hormigón proyectado en cualquier posición no deberá producirse segregación de los componentes del mismo. En general, no se requerirá la aplicación de hormigón proyectado con función estructural de muy largo plazo. No obstante, podrá haber situaciones particulares en que la Supervisión de Obra decida una aplicación de este tipo.

En tales casos la Supervisión de Obra proveerá al Concesionario especificaciones adicionales particulares que serán de aplicación junto a la presente. Sin perjuicio de los requerimientos particulares que en ella se establezcan, el hormigón proyectado de función permanente deberá cumplir con los siguientes principios generales:

- El hormigón proyectado deberá cumplir con exigencias estrictas en término de resistencia final a la compresión;



- El hormigón proyectado no deberá incorporar acelerantes de fraguado o sólo podrá incorporar éstos en forma limitada o para casos especiales; los acelerantes de fraguado deberán ser del tipo "libre de álcalis" (álcali-free), debiendo cumplir con condiciones estrictas en relación a la garantía de mantenimiento de la resistencia del concreto con respecto a un concreto nulo;
- Será necesario tomar medidas especiales (inclusión y/o eliminación de aditivos particulares), para que la consistencia y compacidad del concreto sea suficiente y se pueda garantizar un perfecto recubrimiento – envoltura – de la armadura y refuerzos de acero;
- Se requerirá un curado del hormigón proyectado posterior a su aplicación;
- Será necesario extremar cuidados para lograr un recubrimiento mínimo de la armadura, así como también un buen traslape de capas sucesivas de armadura y de hormigón proyectado.

4.6.2 Diseño de la Mezcla

La mezcla para el hormigón proyectado deberá ser diseñada sobre la base de ensayos de laboratorio y de terreno en obra, de la manera en que se requiere en la presente especificación, siendo el objetivo el cumplimiento de los requerimientos de desarrollo de resistencia y de alcance de resistencia final. En el diseño de la mezcla deberán tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Contenido de cemento
- Dosificación de acelerantes
- Relación agua - cemento
- Fraguado y desarrollo de resistencia
- Temperatura de la mezcla

Contenido de cemento

Para el proceso de aplicación del hormigón proyectado por vía seca la cantidad de cemento no deberá ser inferior a 380 kg/m³ de mezcla seca.

El contenido de cemento deberá ser definido de modo que cumpla con los requerimientos de resistencia del hormigón proyectado aplicado en la obra.

Para el proceso de aplicación del hormigón proyectado por vía húmeda el contenido mínimo de cemento deberá cumplir con los requerimientos de la mezcla estándar para hormigones grado H25 según el Código de Diseño para Concreto Armado basado en la norma ACI 318-95, Capítulo 5.

Relación agua/cemento - proceso por vía seca

El contenido de agua deberá ser controlado por el operador de la boquilla de proyección de modo que se adapte a las condiciones de la superficie sobre la que se aplicará el hormigón proyectado y la posición de la misma. Una indicación de que la relación agua/cemento se



encuentra dentro del rango correcto, es la apariencia ligeramente brillante del hormigón proyectado inmediatamente después de haber sido aplicado.

Relación agua/cemento - proceso por vía húmeda

Deberán llevarse a cabo ensayos de aptitud para determinar y establecer la relación agua/cemento adecuada.

4.6.3 Fraguado y Evolución de la Resistencia

Será necesario emplear acelerantes de fraguado para satisfacer los requerimientos de resistencia temprana y desarrollo de la resistencia del hormigón proyectado. Para determinar la dosificación adecuada de aditivos acelerantes deberán llevarse a cabo ensayos de aptitud de acuerdo a la presente especificación. La resistencia simple a la compresión del hormigón proyectado en obra deberá aumentar progresivamente hasta alcanzar la resistencia final mínima especificada. La resistencia se determinará en base a ensayos sobre probetas cilíndricas. La verificación de la resistencia se basa en los criterios especificados en el ítem 4.7.3.5 – "Ensayos sobre el hormigón proyectado endurecido" de la presente especificación. El desarrollo de resistencia deberá verificarse a través del alcance de los siguientes valores parciales mínimos:

Para ensayos de aptitud en obra:

Después de 12 h.....	6 N/mm ²
Después de 24 h.....	12 N/mm ²
Después de 28 días.....	28 N/mm ²

Para ensayos de obra sobre probetas de soporte o de paneles de muestra:

Después de 12 h.....	5 N/mm ²
Después de 24 h.....	10 N/mm ²
Después de 28 días.....	25 N/mm ²

Los ensayos deberán ser ejecutados en la dirección de proyección y en la dirección perpendicular a ésta, para muestras de paneles de obra, y en la dirección de proyección en muestras obtenidas del soporte de la cavidad. Los ensayos de compresión simple tendrán que ser efectuados como está estipulado en la cláusula 4.7.3.5 - "Ensayos sobre el hormigón proyectado endurecido".

4.7 ENSAYOS

4.7.1 General

El Concesionario deberá efectuar ensayos de aptitud de los componentes del hormigón proyectado y de la mezcla misma antes del comienzo de la obra, y también ensayos de obra durante la ejecución de los trabajos.

Los ensayos destinados a determinar la composición de la mezcla de hormigón proyectado, tanto en condiciones de laboratorio como de obra, deberán ser efectuados con suficiente



anticipación al inicio de las actividades de obra para asegurar que la selección de la mezcla y la ejecución de todas las verificaciones hayan sido ejecutadas.

Las actividades de instalación de hormigón proyectado no deberán comenzar antes de que los resultados de estos ensayos demuestren la aptitud sobre la base de los requerimientos de la presente especificación y de que éstos hayan sido aprobados por escrito por la Supervisión de Obra.

4.7.2 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio requeridos en esta especificación deberán ser llevados a cabo a cargo del Concesionario por un laboratorio de ensayo de materiales reconocido y aprobado por el Supervisor de Obra. Son parte de los ensayos de laboratorio los de aptitud inicial, para determinar la composición de la mezcla para el hormigón proyectado, así como también los que regularmente se realizan para la verificación de la calidad y aptitud de los materiales suministrados a obra.

En general se deberán hacer los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis del cemento;
- Ensayo de compatibilidad de cemento, (cenizas volantes y/o humo de sílice) y aditivos acelerantes, para la determinación de la aceleración de fraguado y reducción de resistencia final;
- Ensayo del rendimiento respecto de la resistencia del hormigón proyectado en función del tipo de agregado utilizado;
- Ensayo de identificación de los acelerantes de fraguado;
- Ensayo de una posible reacción álcali-agregados sobre la base de una composición determinada de cemento, agregados y aditivos acelerantes de fraguado;
- Ensayo de compatibilidad de los distintos aditivos agregados a la mezcla;
- Ensayo de granulometría de los agregados;
- Análisis de la humedad de los agregados;
- Análisis de la finura de cenizas volantes;
- Determinación del contenido de aluminato soluble en agua de los acelerantes de fraguado líquidos;
- Resistencia del cemento a los sulfatos;
- Trabajabilidad de la mezcla fresca en caso de uso de proceso por vía húmeda;

4.7.3 Ensayos de aptitud del hormigón proyectado

4.7.3.1 General

La compatibilidad entre cemento y aditivos acelerantes de fraguado deberá ser investigada, en primer término, mediante ensayos bajo condiciones de laboratorio y luego con ensayos en los que las muestras son obtenidas con los equipamientos ya instalados en obra.



Con estos ensayos se deberá determinar las características de fraguado del hormigón proyectado e investigar, asimismo, si la acción de los acelerantes conduce a una reducción excesiva de la resistencia a compresión final del mismo. Los resultados de los ensayos efectuados en condiciones de laboratorio constituirán una buena referencia para la compatibilidad y acción conjunta de los distintos componentes de la mezcla, en particular entre aditivos acelerantes y cemento u otros materiales aglutinantes. Con ellos no será posible reproducir todas las influencias y características de la obra.

Sobre la base de estos ensayos se harán los ensayos de aptitud en obra a partir de los que, debido a la diferencia de las condiciones reinantes (temperatura, eficiencia de mezclado, alimentación de materiales componentes, características de la superficie de proyección), se deberán evaluar las necesidades de adaptación de las proporciones de componentes aditivos de la mezcla. La determinación de las características de fraguado se deberá realizar sobre la base de ensayos de penetración, mientras que los de reducción de la resistencia final con ensayos de compresión simple sobre probetas de hormigón proyectado endurecido a distintas edades.

Cuando se utilice hormigón proyectado por vía húmeda, se deberá verificar la trabajabilidad de la mezcla mediante ensayos de trabajabilidad de la mezcla fresca, la que se verifica mediante los ensayos del cono de asentamiento de Abrams.

4.7.3.2 Procedimiento de Ensayo para Determinación de la Exudación del Cemento

Las características de exudación del cemento empleado para hormigón proyectado deberán ser determinadas de acuerdo al siguiente procedimiento:

Verter exactamente 98 g de agua a 20°C de temperatura dentro de un vaso picudo (vaso de filtración en caliente) provisto de una pequeña varilla magnética de agitación. Con agitación moderada del agua agregar 115 g de cemento a través de un suministro constante a lo largo de 20 segundos. Mezclar durante 2 minutos hasta obtener una pasta de cemento de consistencia fina y homogénea de relación agua/cemento 0,85.

Introducir la masa homogénea dentro de un cilindro de medición de 100 ml mediante una varilla de vidrio hasta alcanzar la marca de los 100 ml (no verter la pasta directamente dentro del cilindro). El cilindro de medición deberá ser mantenido dentro de un vaso picudo lleno de agua a 20°C de temperatura durante todo el desarrollo del ensayo. No deberán producirse fluctuaciones de la temperatura mayores a $\pm 2^\circ\text{C}$.

Después de 120 minutos deberá medirse sobre la base de la escala del cilindro de medición el volumen de cemento decantado y el volumen de agua superior. La medida deberá expresarse en una unidad correspondiente al porcentaje en volumen (%) de agua repelida.

4.7.3.3 Ensayo de las Características de Fraguado en Condiciones de Laboratorio

Las características de fraguado deberán ser determinadas a través del penetrómetro manual de Vicat. El objetivo del ensayo consiste en determinar la dosificación de acelerante de fraguado mediante una pasta de cemento que, más otros aglutinantes eventualmente utilizados (cenizas volantes y/o humo de sílice), comience a fraguar a los 60 + 20 segundos y termine con el proceso de fraguado en máximo 150 segundos.



A través de este ensayo se determina en intervalos regulares, la medida de penetración de la aguja de Vicat en la mezcla, construyéndose una curva de la medida de la penetración en función del tiempo para distintos porcentajes de aditivo acelerante de fraguado en la mezcla.

La preparación de muestras para el ensayo se deberá realizar en atención a las siguientes especificaciones:

- Temperatura de cemento (aglutinantes) y del agua: $+ 20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Preparar 250 g de cemento (mas otros aglutinantes) y 112 g de agua (relación agua/cemento = 0,45).
- **Para el proceso por vía seca:** los acelerantes de fraguado líquidos se agregan al agua, normalmente 3 – 5 % en masa respecto del cemento (más otros aglutinantes), el líquido del acelerante se calcula como parte del líquido de la mezcla.
- **Para el proceso por vía húmeda:** se deberá efectuar, en primer término, la pasta de cemento (mas otros aglutinantes), a la que el acelerante líquido se le agregará rápidamente después de 15 minutos.

En caso de emplearse acelerantes en polvo, éstos deberán ser mezclados completamente con el cemento (más otros aglutinantes).

Se deberán colocar los componentes secos en un cono truncado de goma dura ($h = 40\text{ mm}$, diámetro interno = 65 mm, diámetro externo = 74 mm), el que estará apoyado sobre una placa de vidrio o de plástico (plexiglass) y sobre el que se le coloca un cilindro (anillo) superior ($h = 62\text{ mm}$), se deberá efectuar una hendidura en el cemento (+ otros aglutinantes), se adicionarán, rápidamente, los componentes líquidos, se les mezclará rápida y fuertemente en un lapso de 15 segundos con una espátula ($b = 4\text{ cm}$) o mediante un equipo de mezclado externo automático adaptado al recipiente; después del mezclado se deberá compactar la mezcla mediante golpeteo repetido; se removerá el anillo cilíndrico superior y se alisará la superficie de la pasta mediante espátula; todas las actividades descritas deben haber finalizado dentro de los 25 segundos posteriores al momento de adición del agua; en caso de que la pasta resultante no sea suficientemente trabajable se deberá reducir la proporción de acelerante de fraguado en un múltiplo de 5 %.

Se deberá ajustar la aguja de Vicat velozmente a la altura de la superficie de la pasta y luego iniciar el proceso de penetración de ésta por caída en forma repetida, determinándose la profundidad de penetración para cada caída.

El tiempo de inicio de fraguado será el correspondiente a una penetración de la aguja hasta una profundidad tal que se detenga 3 a 5 mm sobre la placa de vidrio.

El tiempo de finalización del fraguado corresponderá a una penetración de la aguja de apenas 1 mm en la pasta.

Si se produjera un inicio de fraguado antes de 40 o después de 80 segundos, será necesario repetir el ensayo con una proporción de acelerante distinta en un múltiplo de 5 % de la masa de acelerante empleada.



La combinación de aditivo acelerante y cemento (más otros aglutinantes) será aceptable para el hormigón proyectado, siempre que los requerimientos de inicio y fin de fraguado especificados se alcancen con dosificaciones de acelerante máximas de:

- 5 % para acelerantes tipo polvo
- 6 % para acelerantes de tipo líquido

Las experiencias de obra indican que en la práctica estas dosificaciones pueden ser de 1 a 2 % mayores en la obra.

Para determinar la sensibilidad del cemento (más otros aglutinantes) frente a cada tipo de aditivo acelerante, deberán realizarse ensayos de laboratorio para cada tipo de acelerante con diferentes dosificaciones del mismo (entre 2% y 7% respecto del peso de cemento).

4.7.3.4 Ensayo de Reducción de la Resistencia Final en Condiciones de Laboratorio

La disminución de la resistencia a la compresión en condiciones de laboratorio deberá ser verificada sobre probetas de cemento (más otros aglutinantes) y acelerantes de fraguado o sobre probetas de mortero.

La reducción de la resistencia de la probeta ensayada respecto de la resistencia de una probeta de mezcla o mortero nulo (sin acelerante de fraguado) deberá ser calculada a partir del valor medio de la resistencia a la compresión de las probetas a los 28 o 7 días de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Reducción de resistencia (5)} = (S - C)/S$$

En donde:

S = resistencia media a la compresión de probetas sin acelerantes de fraguado

C = resistencia media a la compresión de probetas con acelerante de fraguado

Los ensayos de reducción de resistencia se deberán ejecutar sobre probetas cilíndricas de cemento (más otros aglutinantes) y acelerantes de fraguado de 55 mm de altura, (altura después del pulido de las superficies de base), obtenidas bajo las mismas condiciones que para los ensayos de fraguado mediante la aguja de Vicat, o alternativamente, sobre probetas de mortero de cemento (más otros aglutinantes) y acelerantes, de forma prismática de 4 x 4 x 16 cm. Las probetas con y sin acelerantes de fraguado (probetas nulas) se obtendrán de la misma manera.

En el primero de los dos casos citados en el párrafo anterior, se utilizará la misma dosificación de acelerante de fraguado resultante de los ensayos de la aguja de Vicat. Para cada tipo de acelerante ensayado se deberán moldear al menos 3 probetas de ambos tipos. Las probetas obtenidas del molde serán depositadas 20 horas en agua con temperatura de 20 ± 2 °C, antes de procederse al pulido de las caras inferior y superior de las mismas. Posteriormente, deberán ser depositadas nuevamente en agua a la misma temperatura hasta el momento del ensayo de compresión.

En caso de ensayarse probetas de mortero, la dosificación del acelerante de fraguado también responderá al valor obtenido a través de los ensayos mediante la aguja de Vicat. Las proporciones del mortero recomendadas son las siguientes:



- Cemento (mas otros aglutinantes).....450 g
- Arena fina.....450 g
- Arena gruesa.....900 g
- Agua.....338 g

La proporción cemento (más otros aglutinantes) - acelerante de fraguado responde a los requerimientos del hormigón proyectado si la reducción de la resistencia a la compresión final no supera los porcentajes indicados en el ítem 4.3.4 de las presentes especificaciones.

4.7.3.5 Ensayos de Aptitud en Condiciones de Obra

4.7.3.6 General

El Concesionario deberá efectuar ensayos de aptitud del hormigón proyectado en relación a sus características de fraguado y de reducción de su resistencia final frente a un concreto sin aditivos acelerantes en las condiciones en que el mismo será producido en la obra. Mediante los mismos deberá verificarse y adaptarse la dosificación de acelerante de fraguado determinada mediante los ensayos de laboratorio.

Para cada tipo de aditivo acelerante de fraguado que se haya seleccionado en los ensayos de laboratorio deberán ser ejecutados paneles de muestra en obra, (dimensiones: 400 x 600 x 200 mm) de los que al menos 4 deberán ser proyectados sobre cabeza y una cantidad igual en una posición de 45 ° con la superficie a proyectar dirigida hacia abajo.

Los paneles deberán ser contruidos con cajas de madera terciada, convenientemente rigidizadas, usándose paneles de madera terciada de no menos de 20 mm de espesor. Los laterales de estas cajas deberán estar des-angulados hacia el exterior en 45 ° para permitir que el hormigón proyectado de rebote pueda salir de la caja. El hormigón proyectado deberá adherirse al fondo de la caja, quedar bien compactado y no mostrar señales de segregación. Se debe registrar la hora en que se completa cada panel de muestra. Los paneles deberán ser curados en condiciones de obra a temperaturas entre +10 y +25 °C, debiéndose tapar los mismos mediante membranas de polietileno hasta que sean usados en los ensayos.

Para cada acelerante de fraguado se deberán ensayar al menos 3 diferentes dosificaciones, las que deberán estar comprendidas en el rango de 2 a 7 % en peso del cemento (más otros aglutinantes).

Los ensayos de aptitud en condiciones de obra deberán ser repetidos cada vez que varíe la fuente de alguno de los componentes o las proporciones de la mezcla de hormigón proyectado.

4.7.3.7 Ensayos sobre el hormigón proyectado joven

Sobre uno de los paneles se deberán realizar ensayos de penetración en el hormigón proyectado joven usándose el penetrómetro Proctor modelo Soil-Test Model CN-419 de acuerdo a la norma ASTM C 403- 70, con una aguja de penetración de 9 mm de diámetro. Este penetrómetro es aplicable en el rango de resistencia a la compresión del hormigón proyectado de 0 – 1,20 N/mm². En los ensayos se mide la resistencia a la penetración de esta aguja, la que es determinada a través de un resorte calibrado integrado al penetrómetro y que da una



Indicación de las características de fraguado y de evolución de la resistencia temprana del hormigón proyectado.

El desarrollo del ensayo deberá ajustarse a los siguientes pasos:

- Apoyar la aguja sobre la superficie del hormigón proyectado y oprimir la aguja hasta que ésta penetre 15 mm,
- Leer el valor de resistencia en la escala del penetrómetro,
- Realizar como mínimo 10 pruebas independientes para cada ensayo en un intervalo máximo de 60 segundos teniendo la precaución de no hacer penetrar la aguja sobre un grano de agregado grueso,
- Registrar el tiempo y lugar de ensayo.

El valor medio de las mediciones efectuadas debe cumplir como mínimo con los valores especificados en el párrafo siguiente.

La resistencia a la penetración deberá ser como mínimo igual a los siguientes valores:

- Después de 2 minutos: 260 N
- Después de 5 minutos: 380 N
- Después de 10 minutos: 450 N

Se podrá utilizar con el mismo penetrómetro la aguja de 3 mm, con la cual la resistencia a la penetración puede ser convertida, a través de curvas de calibración, a la resistencia simple de compresión del hormigón proyectado. Los ensayos con esta aguja se realizan de la misma forma anteriormente descrita. La conversión de resistencia a la penetración a resistencia a la compresión está dada por la siguiente fórmula:

$$U = (Pr - 30)/550 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Con:

Pr = resistencia a la penetración en N

U = resistencia uniaxial a la compresión

Los resultados de resistencia obtenidos de esta forma deberán ser tratados como valores aproximados y sólo deberán ser utilizados como valores relativos de comparación entre distintas mezclas.

Para verificar la evolución de la resistencia a la compresión del hormigón proyectado en el rango de 2 N/mm² - 15 N/mm², vale decir entre las dos horas y 12 horas, el Concesionario deberá proponer a la Supervisión de Obra la ejecución de otros ensayos indirectos para la determinación de la resistencia del concreto, como lo es, por ejemplo, el de extracción de un perno roscado insertado en el concreto a través del dispositivo de Kaindl - Meyco - con perno HILTI 450 "L". Para estos ensayos se deberá utilizar otro de los paneles de prueba. En estos ensayos existe una gran dispersión de resultados, por lo que se hace imperativo determinar un valor medio sobre la base de, al menos, 5 pruebas para cada edad del hormigón proyectado. Mediante un dispositivo de extracción accionado con bomba hidráulica, se extraen los pernos, midiéndose la presión de extracción necesaria. Conociéndose la última y el grosor del cuerpo



de rotura troncocónico de concreto, es posible determinar sobre la base de diagramas especiales de calibración, la resistencia a la compresión simple del hormigón proyectado.

4.7.3.8 Ensayos sobre el hormigón proyectado endurecido

Para la verificación de la resistencia a la compresión del hormigón proyectado endurecido se deberán efectuar ensayos de compresión simples a las edades de 12 hs, 24 hs, y 28 días sobre probetas cilíndricas obtenidas de los paneles de prueba.

Las probetas para ensayos a 1 día de edad no deberán ser tomadas del panel antes de 20 horas después de la proyección del concreto. Las probetas para ensayos a los 28 días de edad no deberán ser tomadas antes de las 24 horas, ni después de 48 horas desde la proyección, y deberán ser curadas en agua hasta que sean ensayadas. El diámetro de las probetas deberá ser de 100 mm e igual dimensión deberá tener su longitud. Las probetas deberán ser tomadas de sectores de los paneles en que no exista posibilidad de que se haya acumulado material de rebote. Para cada probeta ensayada deberá tomarse una segunda como testigo. La fecha y hora en que el panel correspondiente a cada probeta ha sido proyectado deberán ser registradas. Del mismo modo, deberá registrarse la hora en que se efectúe el ensayo de compresión de las probetas ensayadas a un día. Para cada edad de hormigón proyectado (12 hs, 24 hs y 28 días) y tipo de mezcla diferente deberán ensayarse 5 probetas.

Los ensayos deberán efectuarse tanto para probetas tomadas de los paneles en la dirección de proyección del concreto, como en dirección perpendicular a ésta. Los ensayos de compresión se deberán realizar con atención a los requisitos de la Norma ASTM C39. Los resultados de los ensayos de compresión especificados en los párrafos anteriores serán aceptables si el valor medio de los 5 resultados cumple con los requisitos de resistencia establecidos en el ítem 4.6.3 de la presente especificación.

4.7.3.9 Ensayo de Cono de Asentamiento para la Mezcla Fresca en caso de Proceso por Vía Húmeda

La trabajabilidad del hormigón proyectado por vía húmeda deberá ser verificada por medio de un ensayo de cono de asentamiento de la mezcla fresca de acuerdo a los requerimientos de la Norma ASTM C 143.

La trabajabilidad del hormigón proyectado por vía húmeda deberá estar dentro de + 25 mm del valor nominal. Este valor, el que deberá ser usado durante la ejecución de la obra, tendrá que ser determinado a partir de estos ensayos de asentamiento efectuados previos al comienzo de obra.

4.7.4 Ensayos del hormigón proyectado durante ejecución de la obra - Control de la calidad

4.7.4.1 General

Para asegurar la calidad requerida del hormigón proyectado durante la ejecución de la obra, se deberán efectuar con la frecuencia especificada en este ítem los siguientes ensayos:

- Agregados: granulometría y humedad propia.
- Cemento: contenido de C3A, finura, exudación (bleeding), inicio de fraguado, resistencia a la compresión.



- Cenizas volantes, si éstas se emplean: finura.
- Acelerantes de fraguado: contenido de aluminatos solubles en agua.
- Mezcla de cemento (más otros aglutinantes) y acelerantes de fraguado: características de fraguado y reducción de la resistencia final, asimismo, durabilidad frente a sulfatos.
- Hormigón proyectado: resistencia a la compresión del concreto joven mediante penetrómetro y otros métodos indirectos; resistencia del concreto endurecido a las 12 horas, 24 horas y 28 días, impermeabilidad y módulo de elasticidad.

Las probetas para ensayos de la resistencia a compresión simple del hormigón proyectado deberán ser obtenidas de acuerdo a los ítems 4.7.4.6 de la presente especificación.

Si el hormigón proyectado o los componentes del mismo no cumplen con los requerimientos de ensayo especificados en esta especificación, se deberá investigar, en primer lugar, la validez de los resultados de los mismos antes de llevar a cabo cualquier acción de reparación. La Supervisión de Obra deberá ser informada inmediatamente sobre el resultado negativo de cualquier ensayo así como también sobre la forma en que los resultados de los mismos serán re-evaluados.

Si la estabilidad de la cavidad subterránea está en peligro debido al incumplimiento del hormigón proyectado con los requerimientos exigidos, será imperativo que los sectores de soporte afectados sean cuidadosamente reemplazados o que las deficiencias identificadas sean reparadas mediante la aplicación de capas adicionales de hormigón proyectado en función de las indicaciones de la Supervisión de Obra.

En el último caso, el espesor de la(s) capa(s) adicional(es) de hormigón proyectado deberá ser determinado mediante la siguiente expresión:

$$d1 = ((F/M) - 1) * ds$$

F: resistencia a compresión requerida a 28 días de edad en (N/mm²)

M: resistencia a la compresión real del soporte de hormigón proyectado en (N/mm²)

d1: espesor adicional de la capa de hormigón proyectado en (cm)

ds: espesor teórico del soporte de hormigón proyectado en (cm)

4.7.4.2 Agregados

La granulometría y humedad propia de los agregados deberá ser verificada al menos una vez por semana y deberá cumplir con los requerimientos establecidos en el ítem 4.3.2 de esta especificación.

De requerirlo la Supervisión de Obra, los agregados deberán ser ensayados con mayor frecuencia o en casos puntuales a pedido expreso de la misma.

4.7.4.3 Aditivos Acelerantes de Fraguado - Ensayos para su Identificación

Para cada tipo de aditivo acelerante de fraguado líquido, así como también para cada marca distinta o fuente de suministro diferente de éstos, se deberá determinar el contenido de



aluminato soluble en agua, el que no deberá exceder el 0,6 por ciento (%) en peso del cemento (mas otros aglutinantes).

Asimismo, deberá efectuarse, con los mismos criterios nombrados en el párrafo anterior, una identificación del acelerante que asegure la uniformidad que se escogió a través de los ensayos de aptitud. La identificación se deberá efectuar a través de los ensayos de compatibilidad entre acelerante y cemento (mas otros aglutinantes), tal como se describió en el ítem 4.7.3 de esta especificación, y de otros ensayos adicionales para acelerantes líquidos, tales como su densidad a una temperatura de + 20 °C y su contenido de sólidos.

Estos ensayos no se requieren sistemáticamente, pero han de ser llevados a cabo por el Concesionario a requerimiento de la Supervisión de Obra.

4.7.4.4 Aditivos Acelerantes de Fraguado - Ensayos de Compatibilidad con el Cemento (más otros aglutinantes)

Para cada tipo de aditivo acelerante de fraguado distinto utilizado en obra así como también para cada marca distinta o fuente de suministro diferente de éste se deberá verificar la aptitud del mismo mediante los ensayos de compatibilidad con cemento (más aglutinantes) como se especifica en el ítem 4.7.3 de esta especificación. Adicionalmente, deberán verificarse las características de fraguado del concreto joven mediante penetrómetro sobre las paredes laterales de la cavidad o sobre paneles de muestra por cada 30 m³ de hormigón proyectado aplicado en obra de acuerdo al ítem 4.7.3.5 – “Ensayos sobre el hormigón proyectado joven” anterior, o bien 2 veces por semana si el volumen de hormigón proyectado instalado fuera inferior a 60 m³ por semana.

4.7.4.5 Ensayo de Exudación del Cemento

Deberán efectuarse ensayos de exudación sobre muestras de cemento de acuerdo al procedimiento de ensayo especificado en el ítem 4.7.3.2 de este capítulo, cada 250m³ de hormigón proyectado aplicado en obra, o como se haya convenido con la Supervisión de Obra.

4.7.4.6 Ensayos de resistencia del hormigón proyectado en obra

Se deberán realizar ensayos de resistencia a la compresión simple sobre probetas de 100 mm de diámetro por 100 mm de longitud extraídas de un panel de muestra proyectado en obra de las dimensiones señaladas en el ítem 4.7.3.5 – “General”, cada 100m³ de concreto instalado. Del panel citado anteriormente se deberán extraer 15 probetas para ensayar cada 5 de ellas a las 12 horas, 24 horas 28 días de edad de acuerdo al ítem 4.7.3.5, “Ensayos sobre el hormigón proyectado joven” y “Ensayos sobre el hormigón proyectado endurecido”. Las probetas para los ensayos a 28 días pueden ser tomadas a la misma edad que para el ensayo de 1 día y almacenadas y curadas en laboratorio. La resistencia media de las 5 probetas para cada edad no deberá ser inferior a los valores indicados en el ítem 4.6.3 para ensayos de aptitud de la presente especificación, teniendo en cuenta las siguientes posibles desviaciones:

- Para 12 horas: 1,0 N/mm²
- Para 24 horas: 2,0 N/mm²
- Para 28 días: 3,0 N/mm²



De acuerdo al cumplimiento de los ensayos con los valores mínimos especificados, a las circunstancias de la aplicación y a la importancia de la estructura particular ejecutada, los ensayos pueden ejecutarse cada 200 m³ o cada 50 m³ de concreto instalado bajo expresa indicación al respecto de la Supervisión de Obra.

Las probetas deberán ser perforadas a través del espesor completo del panel y verificadas visualmente en relación a la compacidad y homogeneidad del hormigón proyectado y a señales de segregación u otras imperfecciones visibles.

En lugar de ensayos de compresión simples sobre probetas se permitirá el empleo de ensayos indirectos de penetración o de extracción para la determinación de la resistencia a 12 y 24 horas de edad. Los ensayos deberán ser ejecutados a las 12 + 1 y 24 + 2 horas, respectivamente. Aunque sea posible usar martillos mecánicos de rebote para una rápida determinación de la resistencia del hormigón proyectado in situ, siempre que éstos hayan sido calibrados con otros ensayos previos, no se admitirá el uso de estos ensayos en casos regulares.

Adicionalmente a las probetas obtenidas del panel de muestra, deberán obtenerse 15 probetas de ciertos sectores del soporte proyectado en la cavidad por cada 500 m³ de concreto instalado a las edades de 12 hs, 24 hs y 28 días. Éstas deberán ser ensayadas a compresión simple de acuerdo al ítem 4.7.3.5 - "Ensayos sobre el hormigón proyectado endurecido". La resistencia media de las 5 probetas para cada edad no deberá ser inferior a los valores indicados en el ítem 4.6.3 para ensayos de obra de la presente especificación.

4.7.4.6.1 No cumplimiento de los ensayos

Seguidamente se describe en mayor detalle el procedimiento a ser empleado para los casos de no cumplimiento de los requerimientos de los ensayos especificados anteriormente en este ítem:

No cumplimiento de los ensayos a las 12 y 24 horas:

- Informar a la Supervisión de Obra,
- Examinar inmediatamente los procesos y equipos de producción, transporte y aplicación del hormigón proyectado,
- Supervisar las tareas continuamente,
- Tomar nuevas probetas a los 3 días y ensayarlas (se debe convenir con la Supervisión de Obra la cantidad de probetas a ser ensayadas).
- Ejecutar paneles de muestra sucesivos mientras sigue la actividad para verificar, mediante ensayos de penétrómetro y de resistencia a la compresión simple sobre probetas, la evolución de la calidad del hormigón proyectado.

No cumplimiento de los ensayos a los 3 días:

- Informar a la Supervisión de Obra.
- Continuar con la supervisión de la actividad,
- Tomar probetas a los 7 días y ensayarlas.



No cumplimiento de los ensayos a los 7 días:

- Informar a la Supervisión de Obra.
- Instalar una sección de medición de convergencias y deformaciones en la cavidad en el sector respectivo
- Si la interpretación de las deformaciones es tal que no se requiere aumentar el soporte de la cavidad, se continuará monitoreando la sección y se tomarán probetas para ensayarlas a los 28 días.

No cumplimiento de los ensayos a los 28 días: se remite al ítem 4.7.4.1 de esta especificación.

4.7.4.7 Ensayos de deformación del hormigón proyectado en obra

Se deberán realizar ensayos de resistencia a la compresión simple sobre probetas de 100 mm de diámetro por 100 mm de longitud, extraídas de un panel de muestra proyectado en obra de las dimensiones señaladas en el ítem 4.7.3.5 – “General”, cada 100 m³ de concreto instalado.

Del panel citado anteriormente se deberán extraer 4 probetas para ensayar cada una de ellas a 1, 3, 7 y 28 días de edad de acuerdo al ítem 4.7.3.5 – “Ensayos sobre el hormigón proyectado endurecido”. Los paneles deberán ser almacenados en obra hasta que se extraigan las probetas, lo que será inmediatamente antes de las edades de ensayo requeridas.

De acuerdo al cumplimiento de los ensayos con los valores mínimos especificados, las circunstancias de la aplicación y la importancia de la estructura particular ejecutada, los ensayos pueden ejecutarse cada 200 m³ o cada 50 m³ de concreto instalado, bajo expresa indicación al respecto de la Supervisión de Obra.

Las probetas deberán ser perforadas a través del espesor completo del panel y verificadas visualmente en relación a la compacidad y homogeneidad del hormigón proyectado, sin que presenten señales de segregación u otras imperfecciones visibles.

Se deberá determinar el módulo de elasticidad del hormigón proyectado en la dirección de proyección después de 1, 3, 7 y 28 días sobre cada probeta a cada edad. Las probetas deberán ser de 100 mm de diámetro y 200 mm de longitud. Las deformaciones unitarias deberán ser medidas en forma continua en la parte central de la probeta.

Para determinar los límites de carga superior e inferior como se describe seguidamente, se deberán efectuar, además, ensayos de compresión simple sobre, como mínimo, 3 probetas de las mismas edades que las anteriores 5, las que deberán tener las dimensiones y ser ensayadas como se describe en el ítem 4.7.3.5.

Se aplicará el siguiente procedimiento:

- Carga hasta el límite inferior de 1/30 de la resistencia a la compresión
- Carga hasta el límite superior de 1/3 de la resistencia a la compresión
- Descarga al límite inferior
- Repetición del ciclo de carga y descarga dos veces



- Cálculo del módulo de elasticidad para cada edad particular del hormigón proyectado como promedio de los tres ciclos de carga

El módulo de elasticidad a diferentes edades del hormigón proyectado deberá ser determinado sobre la misma probeta. Después de haber terminado con el ensayo de deformación a los 28 días, se deberá determinar la resistencia a la compresión simple de las probetas mediante el ensayo respectivo.

4.7.5 Verificación de la Trabajabilidad de la Mezcla

En caso de usarse el proceso de aplicación de hormigón proyectado por vía húmeda deberán realizarse ensayos de cono de asentamiento de acuerdo al ítem 4.7.3.6.

La trabajabilidad del concreto para el proceso por vía húmeda deberá ser mayor a los siguientes rangos: + 25 mm ó + 1/3 del valor determinado en los ensayos de aptitud citados a través del ítem 4.7.3.6.

4.7.6 Verificación del Espesor

El Concesionario deberá chequear regularmente el espesor del hormigón proyectado instalado en obra en sectores convenidos con la Supervisión de Obra.

El espesor del soporte deberá ser verificado mediante la ejecución de perforaciones de pequeño diámetro, ejecutadas de tal forma que pueda identificarse la interfase entre subsuelo y soporte. Estos ensayos deberán ser ejecutados cada 1.000 m² de hormigón proyectado aplicado.

En cada sector de medición deberán realizarse 4 perforaciones, una en cada esquina de un cuadrado de 1 m de lado. Al menos 3 de las perforaciones deberá arrojar un espesor de soporte igual o superior que la mínima requerida de acuerdo a los planos de detalle. No obstante, ninguna de las mediciones podrá arrojar como resultado un valor inferior al 85 % del espesor teórico requerido.

Se recomienda la instalación de elementos de guía durante la aplicación del hormigón proyectado, de modo que se garantice el espesor teórico mínimo. El Concesionario deberá someter a la aprobación de la Supervisión de Obra el tipo de elemento de guía propuesto. La instalación de guías de espesor de soporte no libera al Concesionario de ejecutar los ensayos de verificación de espesor requeridos en este ítem.

En caso de no cumplirse con los requerimientos de espesor de soporte establecidos en esta especificación, el Concesionario deberá proponer a la Supervisión de Obra las medidas de reparación pertinentes.

4.8 REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD EN OBRA

4.8.1 Reglamentos de Seguridad de Obra

Todos los componentes del hormigón proyectado que son potencialmente peligrosos deberán ser marcados, almacenados y usados en obra de acuerdo a los reglamentos de seguridad vigentes para la obra.



4.8.2 Acceso Restringido

Se deberá restringir el acceso al área de aplicación de hormigón proyectado mientras que esté el equipo en operación. Todo personal de obra, con excepción del operador de la boquilla, deberá trabajar o situarse a una distancia prudente del sector de instalación de hormigón proyectado.

4.8.3 Nivel de Polvo y Ventilación

El Concesionario deberá asegurar el cumplimiento de los requerimientos de ventilación en obra de las Especificaciones de Este Pliego, incluyendo requerimientos de aumento de la ventilación durante operaciones de soldadura, cortado por calor, etc.

4.8.4 Equipamiento de Protección para el Personal

Los operarios del Concesionario deberán estar equipados mediante trajes de protección totalmente sellables (impermeables al polvo y la humedad), carillas filtrantes del polvo y gafas adecuadas para la protección de los ojos. Cualquier parte del cuerpo libre de vestimenta expuesta al ambiente de la actividad de instalación de hormigón proyectado deberá ser protegida mediante alguna crema especial de protección.

4.8.5 Iluminación

El Concesionario deberá proveer iluminación adecuada en los sectores de actividad de aplicación de hormigón proyectado. La intensidad mínima de la misma deberá ser acordada con la Supervisión de Obra.

4.8.6 Comunicación

Durante la totalidad de los trabajos de instalación de hormigón proyectado será necesario garantizar una buena comunicación entre el operador de boquilla y el de la máquina de hormigón proyectado. El Concesionario deberá describir, junto con su método de trabajo, la forma de implementación de estas comunicaciones en obra.

4.8.7 Hormigón proyectado aplicado sobre Cabeza

Capas de hormigón proyectado aplicadas sobre cabeza han de ser consideradas como potenciales eventos de peligro hasta que el hormigón proyectado no haya fraguado lo suficiente. El acceso de personal no autorizado a sectores en estas condiciones deberá ser restringido por el Concesionario, quien deberá proponer a la Supervisión de Obra detalles sobre posibles medidas de seguridad.

4.9 HORMIGÓN PROYECTADO CON FIBRAS

4.9.1 Generalidades

Para la aplicación de hormigón proyectado con fibras deberá emplearse el método de aplicación por vía húmeda.



El uso de hormigón proyectado con fibras, deberá ser aprobado expresamente por la Supervisión de Obra.

4.9.2 Materiales

El cemento, los agregados y aditivos para hormigón proyectado con fibras deberán cumplir con los requerimientos establecidos en el ítem 4.3 de las presentes especificaciones. El tipo y dimensiones de las fibras de acero deberán ser apropiados para la proyección y requerimientos de armadura del hormigón proyectado. Las fibras deberán ser suministradas por un proveedor aprobado por la Supervisión de Obra antes de ser usadas en la obra. En general, las fibras deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

- Extremos deformados;
- Dimensiones: longitud mínima 18 mm, relación de forma (relación entre longitud de fibra y diámetro de fibra) mayor a 40;
- Resistencia a la tracción: mayor que 500 N/mm².

Más allá de los requerimientos anteriores, el hormigón proyectado con fibras deberá cumplir con los mismos requerimientos que el hormigón proyectado simple. Adicionalmente, el hormigón proyectado con fibras deberá tener una rigidez a la flexión mínima de 2,5 para índice (I5) y de 5,0 para índice (I10), según ASTM C 1018-89.

4.9.3 Ensayos

Para hormigón proyectado con fibras, los ensayos de aptitud en laboratorio y obra, como de aceptación durante la ejecución de la obra deberán cumplir con los mismos requerimientos establecidos en el ítem 4.7 de la presente especificación para hormigón proyectado.

La rigidez a la flexión de hormigón proyectado con fibras deberá ser verificada de acuerdo a la norma ASTM C 1018-89. Para ello deberán ejecutarse ensayos de aptitud para diferentes cantidades de fibras de acero en el concreto. Durante la construcción, la rigidez a la flexión deberá ser verificada para cada 200 m³ de hormigón proyectado con fibras instalado.

El contenido de fibras del hormigón proyectado deberá ser verificado sobre la base de un volumen de concreto fresco de 10 litros, del que las fibras deberán ser obtenidas a través de lavado, para ser pesadas a continuación. Deberán efectuarse tres (3) ensayos para cada 100 m³ de hormigón proyectado instalado en obra.

4.9.4 Requerimientos Constructivos

La producción, el transporte y la aplicación del hormigón proyectado con fibras deberán efectuarse de la forma descrita en los ítems 4.4 y 4.5 de estas especificaciones. Deberá emplearse el método de aplicación por vía húmeda. En las hojas técnicas del fabricante de los equipos para producción, transporte y aplicación de hormigón proyectado deberá estar consignado que éstos han sido diseñados para hormigón proyectado con fibras. Todo equipamiento del Concesionario para hormigón proyectado deberá ser aprobado por la Supervisión de Obra antes de ser empleado en la obra.



La cantidad de fibras de acero en el hormigón proyectado deberá ser determinada como parte de los ensayos de aptitud. Cualquier cambio en la cantidad de fibras durante la ejecución de los trabajos deberá quedar justificado por ensayos de aptitud en la obra y requiere de la aprobación expresa de la Supervisión de Obra. La cantidad mínima de fibras de acero en concreto deberá estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y tipo de fibra.

Durante su almacenamiento, las fibras de acero deberán ser protegidas contra la corrosión. No se permitirá el empleo de fibras corroidas dentro del hormigón proyectado.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 3 Reuniones oficiales del proyecto ET 5 Higiene y seguridad del Trabajo ET 23 Encofrado del Concreto ET 24 Armaduras para concreto ET 30 Construcción y revestimiento de túneles escavado con TBM ET 31 Construcción y revestimiento de túneles escavado con técnica convencional



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.27 – Morteros



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	DOCUMENTACION A PRESENTAR.....	4
1.4	CONTROL DE CALIDAD.....	4
2	PRODUCTOS	5
2.1	MORTERO AUTONIVELANTE SIN RETRACCIÓN.....	5
2.2	MORTERO AUTONIVELANTE DE 3 COMPONENTES DE ENDURECIMIENTO RÁPIDO, A BASE DE RESINA EPOXÍDICA.	5
2.3	CURADO	5
3	EJECUCIÓN DE OBRA.....	5
3.1	GENERALIDADES.....	5
3.2	COLOCACION DE MORTERO AUTONIVELANTE SIN RETRACCIÓN.....	6
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	6



1 GENERALIDADES

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para la ejecución de la Ingeniería de Detalle, para el suministro de toda la mano de obra, los materiales y los equipos requeridos para la fabricación y colocación de los morteros que se utilicen para la estructura de las obras incluidas en el Proyecto.

1.1 ALCANCE

- A. El Concesionario deberá proveer todos los materiales para fabricar los morteros de acuerdo con los requerimientos de esta especificación y deberá mezclar, colocar, curar, terminar y hacer todo el trabajo necesario para producir un mortero terminado de acuerdo a los requerimientos del proyecto de la ingeniería de Detalle aprobado por el Supervisor de Obra.
- B. Los tipos de morteros incluidos en esta ET son los morteros para conexión de elementos metálicos en el concreto endurecido, y son los siguientes:
1. Mortero autonivelante sin retracción.
 2. Mortero autonivelante de 3 componentes de endurecimiento rápido, a base de resina epoxidica.

Los requerimientos para el mortero de relleno del espacio anular a realizar entre el revestimiento del túnel y la cavidad producida por la excavación de las tuneladoras, no es objeto de esta ET, y se encuentra en la ET 30 "Construcción y revestimiento de túneles excavados con TBM".

Otros tipos de morteros que sean necesarios podrán ser utilizados únicamente si son aprobados por el Supervisor de Obra, previa presentación por parte del Concesionario de las características y de la Especificación Técnica Detallada.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para este proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) -

Para los Ensayos se debe tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y además el Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17



Para el diseño, el Reglamento Nacional de Construcciones y, en particular, la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

Para ensayos no cubiertos por estas Normas serán de aplicación las Normas ASTM o equivalentes que indique el Supervisor de Obra.

1.3 DOCUMENTACION A PRESENTAR

A. El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra para su análisis y aprobación la siguiente información documentada antes (no menos de 30 (treinta) días) de utilizar el mortero:

- Materiales utilizados y proporciones en el mezclado.
 - o Cementos: Marca, tipo, características completas y los resultados de los ensayos físicos, químicos y mecánicos realizados en fábrica.
 - o Agregados y Agua de mezclado, con ensayos de aptitud completos de acuerdo a normas de referencia.
 - o Aditivos: Certificación de los aditivos a usar.
- Tiempos mínimos y máximos transcurridos desde la mezcla y su utilización.
- Métodos de control de los tiempos transcurridos desde la mezcla de los mismos.
- Las resistencias mínimas del mortero de inyección a las 24 horas y a los 28 días.
- El comportamiento en caso de incendio del mortero, certificado por el Fabricante.

B. Toda la documentación se deberá presentar en conformidad con la ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega".

C. En el caso de utilizar morteros envasados, el Concesionario deberá presentar la información que dé evidencia del cumplimiento técnico del mortero con los requerimientos del proyecto, acompañado del procedimiento de ejecución de acuerdo a las especificaciones técnicas detalladas, de los resultados de los ensayos de materiales y certificados de las empresas de producción del material a emplear.

1.4 CONTROL DE CALIDAD

Ensayos:

1) Se deberá efectuar el ensayo de resistencia a la compresión del mortero; el ensayo se realizará según la normas Peruanas, en probetas tomadas de la primera colada para cada tipo de mortero a usar en la obra y después se harán a intervalos que decidirá el Supervisor de Obra.

2) El costo de todos los ensayos los cubrirá el Concesionario. También el Concesionario cubrirá los gastos de ensayos o investigaciones adicionales que se hagan en materiales que no cumplan los requisitos de estas especificaciones.



3) El Concesionario proveerá la mano de obra especializada, el material y los elementos necesarios para preparar las probetas para los ensayos requeridos. El embalaje, la custodia y envío de las probetas también correrá por cuenta del Concesionario.

4) Todo mortero, que una vez colocado no cumpla con los requerimientos de estas especificaciones, deberá ser removido y reemplazado; el Concesionario cubrirá todos los gastos incurridos.

2 PRODUCTOS

2.1 MORTERO AUTONIVELANTE SIN RETRACCIÓN

- A. El mortero deberá ser un mortero autonivelante de un solo componente que requiera únicamente la adición de agua. El mortero deberá ser del tipo "sin retracción", que no contenga cloruros ni metales, y con alta resistencia mecánica inicial y final.
- B. En alternativa puede utilizarse otra fórmula indicada en los planos o aprobada por el Supervisor de Obra o la persona designada por él.
- C. La resistencia a la compresión requerida del mortero a los 28 días será de 350 kg/cm².

2.2 MORTERO AUTONIVELANTE DE 3 COMPONENTES DE ENDURECIMIENTO RÁPIDO, A BASE DE RESINA EPOXÍDICA.

- A. El mortero deberá ser vertible para anclajes y fijaciones, sin solventes y autonivelante. El mortero deberá ser un material de 3 componentes de endurecimiento rápido, a base de resina epoxídica.
- B. Una cantidad de 2 kg de la mezcla de mortero deberá tener un tiempo de utilización (pot life) de por lo menos 45 minutos a una temperatura de 20°C.
- C. Las instrucciones de instalación del fabricante deberán estar impresas en el envase de los ingredientes del mortero. El curado del mortero se hará según las instrucciones del fabricante.
- D. La resistencia a la compresión del mortero requerida a las 24 horas será de 350 kg/cm².

2.3 CURADO

El curado de los morteros envasados listos para usar, se hará según las instrucciones del fabricante.

3 EJECUCIÓN DE OBRA

3.1 GENERALIDADES

- A. El fabricante del mortero deberá proveer asistencia técnica en la obra cuando esta sea requerida.



- B. El concreto o mampostería donde se colocará el mortero deberá haber obtenido la resistencia requerida antes de que el mortero sea aplicado.

3.2 COLOCACION DE MORTERO AUTONIVELANTE SIN RETRACCIÓN

- A. Para instalación de elementos metálicos, el concreto deberá terminarse de manera tal que se deje suficiente distancia entre el elemento metálico y el concreto para colocar por lo menos 2.5cm de mortero o el espesor que sea requerido en los Planos de la Ingeniería de Detalle.
- B. Una vez que la base metálica se encuentra en la posición requerida por medio de tuercas o espaciadores en los elementos de anclaje, se rellenará el espacio entre la base y el concreto con el mortero requerido. El mortero deberá tener una consistencia manejable para poder rellenar el espacio disponible entre el elemento metálico y el concreto.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 26 Concreto ET 29 Estructuras metálicas ET 30 Construcción y revestimiento de túneles escavados con TBM



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.28 – Hormigón premoldeado



ÍNDICE

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR.....	3
1.4	ENTREGA, ALMACENAJE Y MANEJO DE LOS PRODUCTOS.....	3
1.5	CONTROL DE CALIDAD	4
2	PRODUCTOS	4
2.1	GENERALIDADES	4
2.2	REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	4
2.3	ACABADOS	5
3	EJECUCIÓN DE OBRA	5
3.1	TRANSPORTE E INSTALACIÓN	5
3.2	REPARACIONES Y PROTECCIÓN	6
4	REVESTIMIENTO DE LOS TÚNELES	6
4.1	GENERALIDADES.....	6
4.1.1	TRABAJOS COMPRENDIDOS	6
4.1.2	REFERENCIAS	7
4.1.3	PRESENTACIONES	8
4.2	MATERIALES Y PRODUCTOS	9
4.2.1	CONCRETO	9
4.2.2	ÁRIDOS.....	9
4.2.3	ARMADURAS DE ACERO PARA EL HORMIGÓN	9
4.2.4	SISTEMAS MECÁNICOS DE CONEXIÓN	9
4.2.5	JUNTAS DE ESTANQUEIDAD	10
4.2.6	JAULAS DE ARMADURAS.....	12
4.3	EJECUCIÓN	12
4.3.1	GENERALIDADES	12
4.3.2	FABRICACIÓN DEL REVESTIMIENTO	13
4.3.3	ALMACENAMIENTO, MANIPULEO, PROVISIÓN Y TRANSPORTE	13
4.3.4	GARANTÍA DE CALIDAD.....	14
4.3.5	SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYOS	15
4.3.6	TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE INTERIOR DEL REVESTIMIENTO	15
4.3.7	REPARACIONES.....	15
4.3.8	SELLADO DE NICHOS PARA ALOJAMIENTO DE LAS CONEXIONES MECÁNICAS.....	15
4.3.9	TOLERANCIAS	15
4.3.10	CONTROLES.....	16
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	19



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para realizar la fabricación e instalación de todas las piezas de hormigón premoldeado requeridas según los Planos de la Ingeniería de Detalle, incluidos los elementos necesarios para su izaje y eventual remoción posterior, los insertos metálicos y demás accesorios.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para este proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) -

Para los Ensayos se debe tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y, además, el Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

Para el diseño, el Reglamento Nacional de Construcciones y, en particular, la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

1.3 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

- A. El Concesionario deberá presentar para su aprobación por el Supervisor de Obra, la metodología para la ejecución y el montaje de los elementos pre moldeados, así como la información respecto a elementos embebidos en el hormigón, juntas, anclajes y demás accesorios requeridos, y certificados de ensayo de los apoyos elastoméricos, todo en conformidad con la ET 1 ESPECIFICACIONES TECNICA Y PRESTACIONALES.
- B. En los casos en que el Concesionario proponga, por su conveniencia, la construcción de elementos premoldeados para realizar las estructuras de hormigón indicados en los Planos de la Ingeniería de Detalle, deberá adecuar la Ingeniería de las mismas y someterla a aprobación del Supervisor de Obra, presentando memorias de cálculo y planos de encofrados y armaduras con listas de hierros, detalles de juntas y su estanqueidad, métodos y detalles constructivos. Las cargas accidentales y estados de cargas a considerar, así como las Normas y Reglamentos de Cálculo a utilizar para el diseño son los indicados en la ET 26 y ET 1 de estas especificaciones.

1.4 ENTREGA, ALMACENAJE Y MANEJO DE LOS PRODUCTOS

Las piezas de hormigón premoldeado deberán transportarse y almacenarse de manera que estas sean levantadas de los puntos de soporte fijados para ese fin. El equipo usado



para su transporte deberá tener suficiente capacidad para soportar el peso propio de las mismas. El traslado deberá llevarse a cabo en condiciones tales que no generen vibraciones y/o inestabilidades no contempladas en el diseño y sólo una vez que el resultado de los ensayos sobre probetas, curadas en igual forma que las piezas, indique que el hormigón ha alcanzado la resistencia establecida en el diseño.

- B. Las piezas de hormigón premoldeado deberán protegerse para prevenir daños que perjudiquen su integridad durante su transporte, almacenaje o instalación.
- C. Todos los elementos prefabricados deberán identificarse y numerarse de acuerdo con la ubicación indicada en los Planos de la Ingeniería de Detalle.

1.5 CONTROL DE CALIDAD

- A. El fabricante de las piezas de hormigón premoldeado deberá ser un especialista en productos y servicios de hormigón premoldeado y la planta donde se fabricarán las piezas debe haber estado en operación por lo menos dos (2) años. El fabricante deberá tener por lo menos cinco (5) años de experiencia en el tipo de trabajo requerido y deberá haber completado por lo menos tres (3) instalaciones de este tipo y alcance, en los últimos dos (2) años. El Concesionario facultará la posibilidad de acceso a la planta de producción de los elementos premoldeados al Supervisor de Obra en cualquier momento para controles, visitas, toma de muestras.
- B. En el caso que el Concesionario proponga la instalación de una planta de premoldeado "in situ", esta deberá ser aprobada por el Supervisor de Obra.
- C. Se verificará, en general, lo indicado en las ET 23 Encofrado, ET 24 Armaduras Para Hormigón y ET 26 Concreto, en cuanto a ensayos, recubrimientos y tolerancias de dimensiones, así como lo indicado en el REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES.

2 PRODUCTOS

2.1 GENERALIDADES

- A. La mezcla de hormigón a utilizar deberá ser aprobada por el Supervisor de Obra. Todos los materiales que se incorporen en las obras deberán ser de un mismo proveedor, de la mejor calidad dentro de su tipo y previamente aprobados por el Supervisor de Obra.
- B. En los casos previstos en esta sección o cuando lo ordene el Supervisor de Obra, las muestras de los materiales a utilizar deberán ser sometidas a ensayos y análisis.

2.2 REQUISITOS DE LOS MATERIALES

- A. El hormigón a utilizar en los elementos premoldeados deberá ser cuidadosamente compactado y ligeramente vibrado, deberá tener un mínimo de 360 kg de cemento por metro cúbico de hormigón y agregado grueso de 25 mm de tamaño máximo. El tipo de hormigón a usar en todos los elementos de hormigón premoldeado deberá ser H 30, con relación agua/cemento menor o igual que 0.45, y deberá cumplir con los requerimientos de la ET 26 CONCRETO y del REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES. Además de la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".



- B. Todos los elementos metálicos a insertar en el hormigón premoldeado deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra.

2.3 ACABADOS

- A. Las piezas de hormigón premoldeado deberán tener todas sus superficies suaves y uniformes, libres de defectos superficiales. La apariencia, color y textura de todas las piezas de hormigón premoldeado deberán ser iguales o muy similares. Se aceptarán reparaciones sólo cuando éstas no afecten la integridad estructural de las piezas.
- B. El molde a utilizar garantizará una calidad no inferior a la definida para el "encofrado para superficie pulida", de acuerdo a lo indicado en la ET 23 Encofrado.

3 EJECUCIÓN DE OBRA

3.1 TRANSPORTE E INSTALACIÓN

- A. Las piezas de hormigón premoldeado deberán transportarse e instalarse bajo la supervisión constante del fabricante y una vez que el Supervisor de Obra apruebe los documentos presentados.
- B. Las piezas de hormigón premoldeado deberán colocarse en la posición mostrada en los Planos de la Ingeniería de Detalle y deberán fijarse adecuadamente en su posición final, para lo cual contarán con los elementos empotrados necesarios.
- C. Los huecos en las piezas de hormigón premoldeado usados para levantar y colocar las mismas, deberán rellenarse con mortero una vez colocada la pieza, el que tendrá los mismos materiales y las mismas proporciones que el mortero del hormigón de la pieza.



3.2 REPARACIONES Y PROTECCIÓN

- A. Una vez terminado el trabajo, todas las superficies dañadas, grietas y fisuras deberán ser reparadas con un método aprobado por el Supervisor de Obra. Cuando las reparaciones no sean aceptables las piezas afectadas deberán ser removidas de la obra y reemplazadas. El Concesionario tendrá a su cargo todos los costos de reparaciones y/o reemplazo por nuevas piezas.
- B. Las superficies adyacentes al lugar de colocación deberán protegerse para evitar daños durante el montaje de las piezas de hormigón premoldeado.

4 REVESTIMIENTO DE LOS TÚNELES

4.1 GENERALIDADES

4.1.1 TRABAJOS COMPRENDIDOS

1. Esta especificación establece las condiciones de fabricación e instalación del revestimiento para sostenimiento de la excavación de los túneles. El revestimiento deberá ser compatible con el equipamiento de tunelería que proponga el Concesionario y permitir la realización de la traza con los tramos rectos y las curvas previstos en los Planos del Proyecto de Referencia, y de acuerdo con la ET 01.

El Concesionario podrá establecer las dimensiones y los diferentes componentes de la estructura del revestimiento, y el diseño de las dovelas para adecuarlas a su equipo de excavación y tecnología. La estructura propuesta deberá respetar los requerimientos de diseño, durabilidad y estanqueidad establecidos en las especificaciones ET 01.

2. Este capítulo comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales, equipos, herramientas y medios de transporte para realizar los siguientes trabajos:
 - 1) analizar los planos del Pliego de Licitación y las presentes especificaciones referidas a la ejecución del revestimiento, y sobre esta base elaborar y presentar la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Detalle, del mismo con los planos de diseño y las memorias justificativas del diseño propuesto, conforme con los requerimientos de la ET 02.
 - 2) diseñar y construir las instalaciones para fabricación del revestimiento, las que deberán ser adecuadas para las condiciones meteorológicas predominantes, el manejo, el almacenamiento y el régimen de producción que se requieren en esta especificación.
 - 3) fabricar la cantidad de piezas para el revestimiento en conformidad con el avance previsto para los equipos de tunelería y prever un plan de almacenamiento del mismo si fuera necesario.
 - 4) suministrar y fijar las juntas de estanqueidad y protecciones temporales eventualmente necesarias.
 - 5) suministrar y colocar todos los buzones, arandelas, ojales, brochas, insertos para conexión mecánica longitudinal y transversal y para manipuleo e inyección de mezcla con los tapones correspondientes, protecciones y adhesivos, juntas de estanqueidad tal como figuran en los planos de diseño de la Ingeniería de Detalle o en las especificaciones o que se infiere de los mismos.



- 6) transportar todos los elementos, equipos, materiales, accesorios, etc. desde el lugar de *fabricación hasta la playa de almacenamiento del Concesionario*,
- 7) seguir un método o plan aprobado de Control de Calidad, realizar en la planta de fabricación del revestimiento 6 ensayos de estanqueidad, hechos sobre dos anillos completos montados verticalmente sobre una base plana y nivelada, bajo las siguientes presiones mínimas de prueba que deberán ser mantenidas durante 48 horas:

presión exterior:	3,5 bares
presión interior:	0 bar

Para esas presiones no deberán observarse infiltraciones o pérdidas de agua. Estos ensayos serán hechos en la planta de producción de *dovelas al inicio de la fabricación* y aproximadamente cada 2500 metros de revestimiento instalado. El procedimiento para la ejecución del ensayo se indica en el numeral 4.3.10.5 de esta especificación. El Concesionario podrá proponer su propia metodología de ensayo, la que deberá ser aprobada por el Supervisor de Obra.

4.1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que, como mínimo, se cumpla con todo lo dispuesto en las presentes Especificaciones. En su defecto, los trabajos se registrarán por los requerimientos de las normas que se indican a continuación o sus equivalentes Peruanas y/o extranjeras, que se indican en la ET 01, las que deberán ser propuestas por el Concesionario y aprobadas por el Supervisor de Obra:

- 1) RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) con particular referencia a la sección siguiente:
 - E.060 Concreto armado.
3. ASTM American Standards for Testing and Materials o equivalente:
 - A325 Bulones, Tuercas, Arandelas
 - A449 Bulones, Tuercas, Arandelas
 - D395 Juntas de estanqueidad - Juego para Compresión
 - D412 Juntas de estanqueidad - Resistencia a la Tracción
 - D412 Juntas de estanqueidad - Elongación a la Rotura
 - D471 Juntas de estanqueidad - Absorción
 - D518 Juntas de estanqueidad - Ensayos
 - D573 Juntas de estanqueidad - Envejecimiento
 - D1149 Juntas de estanqueidad - Resistencia al Ozono
 - D2240 Juntas de estanqueidad Dureza

4. British Standards:



"Model Specification for tunnelling", publicada por The British Tunnelling Society, and The Institution of Civil Engineers

4.1.3 PRESENTACIONES

El Concesionario deberá presentar la siguiente documentación, para aprobación por el Supervisor de Obra:

- 1) la ingeniería de detalle constructiva incluyendo los planos de ejecución y memorias de cálculo definitivos conforme con los requerimientos de la ET 02.
- 2) una ratificación escrita manifestando que el diseño del revestimiento es compatible con las Máquinas de Excavación del Túnel (TBM) y el sistema de montaje, debiendo contar con el acuerdo del fabricante de las TBM.
- 3) los resultados de todos los ensayos intermedios y definitivos efectuados sobre el hormigón y/u otros materiales que se incluyan en la fabricación del revestimiento inicial.
- 4) los procedimientos de control de calidad para la producción, almacenamiento, transporte y colocación del revestimiento y todos sus componentes en compatibilidad con el programa de avance de la obra.
- 5) Para los elementos de hormigón premoideado de revestimiento:
 1. Ingeniería detallada constructiva de los moldes para fabricación de las piezas.
 2. los resultados de ensayos de muestra durante las coladas de prueba a escala natural, para determinar la calidad del hormigón;
 3. todos los resultados de las coladas de prueba antes de comenzar la fabricación final,
 4. los resultados de ensayos efectuados durante el primer mes de producción. Los resultados deberán obtenerse sobre elementos del revestimiento seleccionados por el Supervisor de Obra, sometiéndose a ensayo como máximo cuatro elementos.
- 6) los procedimientos de reparación en caso de una falla de la estanqueidad y/o de las tolerancias.
- 7) planos, especificaciones y resultados de ensayos demostrativos de la resistencia de los bulones, brochas e insertos, su resistencia a la fuerza tendiente a desconectarlas, y propiedades naturales del conjunto.
- 8) el sistema para la construcción y el montaje del revestimiento que incluya los procedimientos previstos (fieltros, placas de apoyo de los gatos) para la protección del tramo construido contra los esfuerzos producidos por el empuje del equipo de tunelería y para control de la secuencia de montaje / ejecución que permitan seguir el alineamiento previsto del túnel. El sistema deberá permitir ajustar / modificar la secuencia de montaje de elementos durante el transcurso de la construcción del túnel, a fin de corregir las fallas que pudieran existir en el alineamiento. El Concesionario deberá presentar al mismo tiempo los informes correspondientes a las modificaciones introducidas.
- 9) Mantener un registro del montaje y construcción del revestimiento y remitir semanalmente un informe al Supervisor de Obra.



- 10) detalles del embalaje de protección de las juntas de estanqueidad propuesto.
- 11) El método propuesto para el sellado de los nichos para alojamiento de las conexiones mecánicas.
- 12) los métodos de terminación y reparación y sellado de fisuras para obtener la terminación superficial compatible con el diseño hidráulico.

4.2 MATERIALES Y PRODUCTOS

4.2.1 CONCRETO

El hormigón para la fabricación de elementos para el revestimiento será de calidad mínima H-38, y deberá cumplir con lo especificado en la ET 26 CONCRETO.

4.2.2 ÁRIDOS

Los áridos utilizados deberán estar de acuerdo con lo establecido en la ET 26 CONCRETO. El tamaño máximo del árido deberá ser de 20 mm.

4.2.3 ARMADURAS DE ACERO PARA EL HORMIGON

La provisión, preparación y colocación de las armaduras para elementos del revestimiento se hará de acuerdo con lo especificado en la ET 24, debiendo cumplirse además lo siguiente:

- 1) Los espaciadores para obtener los recubrimientos de hormigón de las armaduras deberán ser de hormigón, con una resistencia mínima a la compresión igual a la del elemento en el que se utilizarán. Deberán presentarse al Supervisor de Obra para su aprobación, datos sobre los productos y las especificaciones de los materiales con los que serán fabricados dichos separadores.
- 2) El espesor mínimo de hormigón de recubrimiento de las armaduras de los elementos premoldeados será de tres (3) cm en todas las caras.
- 3) Independientemente de los cálculos de diseño, las armaduras a colocar en los elementos premoldeados fuera de las zonas de refuerzos localizados y anclajes, no podrán ser menores que las siguientes:
 - Cuatro (4) cm² por metro lineal en cada cara en sentido paralelo al eje del túnel.
 - Cinco (5) cm² por metro lineal en cada cara en sentido transversal.
- 4) Todas las armaduras se doblarán en frío. No se permitirá el calentamiento o redoblado. Deberá evitarse la contaminación y los daños a las armaduras en el momento de su prefabricación, entrega, manejo o colocación.
- 5) Los soldadores que se empleen para fabricar las armaduras deberán cumplir los requisitos de la norma IRAM – IAS – U 500 – 96 – 89.

4.2.4 SISTEMAS MECÁNICOS DE CONEXIÓN

- 1) Los sistemas mecánicos de conexión, deberán ser capaces de asegurar transversalmente y longitudinalmente el esquema estructural previsto en los cálculos de ingeniería.



- 2) El Concesionario deberá justificar los sistemas de conexión mecánica previstos para alcanzar los comportamientos requeridos para la obra en todas las fases de su vida desde la construcción hasta el final de su vida útil igual a 120 años.

Para las conexiones deberán ser examinados y justificados los siguientes aspectos:

- definición de las conexiones y de todos sus componentes, bulones, tuercas, arandelas, brochas, insertos, etc. con sus especificaciones y normas de fabricación.
 - incidencias sobre el revestimiento, elementos a ser colocados en la mezcla y los moldes de seguridad en el transporte,
 - provisión de todos los componentes del sistema de conexión,
 - durabilidad de los componentes: deberán ser de material inerte e inalterable al óxido y de vida útil compatible con los cálculos estructurales y el comportamiento de la obra a lo largo de su vida útil, así como resistentes a los suelos y al agua subterránea encontrados a lo largo de la traza,
 - montaje: precisión de posicionamiento, métodos de relleno de las aberturas eventuales previstas para el montaje de las conexiones,
 - resistencia del sistema de conexión a los esfuerzos mecánicos durante el montaje y el funcionamiento de la obra,
 - mantenimiento en compresión de las juntas de estanqueidad en todos los casos de funcionamiento, para garantizar la estanqueidad de la obra.
- 3) Las brochas, tuercas, arandelas, bulones o equivalentes deberán cumplir con lo dispuesto en las normas ASTM A325 o A449 o equivalente. El diámetro de las conexiones deberá ser justificado con su resistencia mínima para soportar la fuerza tendiente a desconectarla. Cada junta deberá contar como mínimo con dos conjuntos de conexiones o un equivalente uniendo sus caras. Las especificaciones y planos de todos los componentes del sistema de bulones y brochas deberán presentarse al Supervisor de Obra para su análisis y aprobación.
 - 4) Las arandelas de sellado deberán ser de goma N (Nitrilo) (NBR) o equivalente. Deberán proveerse al Supervisor de Obra las especificaciones de los materiales, para su análisis y aprobación.

4.2.5 JUNTAS DE ESTANQUEIDAD

- 1) Todas las dovelas deberán estar equipadas con un conjunto de juntas de estanqueidad en todas sus caras. El Concesionario deberá proponer un tipo de junta de estanqueidad que cumpla con los requerimientos de diseño de esta especificación y de la ET 01. El Concesionario deberá proveer documentación satisfactoria de la empresa fabricante de la junta que propone, acreditando que dicho material cumple con los requisitos y es de calidad equivalente o superior a la junta detallada en esta especificación.
- 2) Las juntas deberán estar diseñadas para una presión exterior de trabajo de 3,5 bares.
- 3) La vida útil del proyecto deberá ser de 120 años, y el Concesionario deberá justificar la durabilidad de las juntas en base a los antecedentes previos de los materiales y a los resultados de ensayos de envejecimiento acelerado.



4) El material de las juntas no deberá sufrir ningún efecto adverso cuando se encuentre en contacto con agua subterránea a la presión de trabajo.

Las juntas deberán ser aptas para cumplir sus funciones bajo las siguientes condiciones particulares:

- tolerancias de colocación en la obra de los elementos del revestimiento definidas en 3.9.2.
 - temperatura en el interior del túnel: $-5^{\circ} < 0 < 40^{\circ}\text{C}$.
 - temperatura durante la fabricación: $-5^{\circ} < 0 < 40^{\circ}\text{C}$.
 - entorno físico-químico de la junta:
 - ❖ terreno: formaciones en las cuales está construida la obra.
 - ❖ agua: capas freáticas presentes.
 - productos derivados del uso del equipo de tunelería.
 - colado del relleno del espacio anular: mortero de cemento, con la eventual adición de cal, puzolanas, cenizas volantes, bentonita.
 - exposición a la intemperie y rayos ultravioletas durante el periodo de almacenamiento.
- 5) El Concesionario deberá confirmar que la construcción y colocación del revestimiento es siempre compatible con el adecuado funcionamiento de las juntas de estanqueidad.
- 6) Las juntas deberán tener una forma adecuada para que sean intrínsecamente resistentes a los daños mecánicos durante el transporte, manipuleo y montaje.
- 7) Las juntas terminadas deberán encontrarse libres de imperfecciones, porosidad, vacíos, agregados o defectos de fabricación, y demás deficiencias que impidan su desempeño satisfactorio. Las uniones de las juntas deberán fabricarse con una exactitud que permita el desempeño satisfactorio de las mismas.
- 8) El Concesionario deberá presentar los procedimientos de ensayos previstos para verificar la estanqueidad de las juntas de acuerdo con las presiones de trabajo, las tolerancias de colocación en la obra y los objetivos de estanqueidad y vida útil previstos. Estos procedimientos deberán contar con el acuerdo del fabricante de juntas.
- 9) El fabricante de las juntas deberá especificar el tipo de embalaje a utilizar para las mismas, y las condiciones en que deberán almacenarse
- 10) El fabricante de las juntas deberá proveer una propuesta detallada de su método de control de calidad, a fin de asegurar la consistencia de los materiales y las dimensiones de las juntas.
- 11) Antes de fabricar las juntas en grandes cantidades, el fabricante deberá fabricar unidades de ensayo, colocándolas en situación real para que pueda verificarse la cantidad de estiramiento correcta, asegurándose un ajuste cómodo y correcto al uso destinado.



4.2.6 JAULAS DE ARMADURAS

- 1) Antes de cortar, doblar o fijar cualquier armadura, el Concesionario deberá obtener la aprobación del Supervisor de Obra de sus propuestas de fabricación de jaulas de armaduras. Las propuestas deberán incluir el uso y montaje de guías y la prefabricación de partes, según sea necesario para asegurar un montaje preciso y asegurar la estabilidad dimensional.
- 2) Las partes prefabricadas deberán mantenerse limpias y secas, debiendo almacenarse de modo que no se produzcan deformaciones.

4.3 EJECUCIÓN

4.3.1 GENERALIDADES

- 1) El Concesionario deberá proporcionar todos los elementos y accesorios para cumplir con las funciones de unión, estructurales y de estanqueidad para alcanzar los objetivos asignados al revestimiento.
- 2) El Concesionario será responsable por las cargas que se produzcan a lo largo del eje del túnel debido al transporte de equipos y materiales, y también por las cargas generadas por la maquinaria para la excavación del túnel (TBM).
- 3) Los elementos que componen el revestimiento tendrán una identificación efectuada con una marca durable y visible en todo momento que permita identificar los siguientes datos: tipo de elemento, fecha de fabricación, n° de serie, etc.
- 4) Se deberá prever los elementos de reemplazo inherentes a las pérdidas producidas durante la construcción.
- 5) La longitud del tramo de la excavación se limitará a la que resulte suficiente para el montaje y construcción del tramo de revestimiento siguiente, después de que se haya procedido a montar e inyectar alrededor del tramo anterior. Se procederá a la inyección de cada tramo conectado, según las indicaciones de la ET 30, a la brevedad posible con posterioridad al montaje y construcción.
- 6) Se deberá ajustar las conexiones en el momento en que se coloque cada elemento para mantener en contacto los bordes y la compresión de las juntas de estanqueidad. Se ajustará las conexiones mecánicas en las zonas de conexión de los elementos.
- 7) Se producirá la curvatura y se corregirá las posibles fallas de alineamiento del revestimiento conforme a los procedimientos presentados por el Concesionario y aprobados por el Supervisor de Obra.
- 8) Se limpiará cuidadosamente los bordes del tramo anterior del revestimiento del túnel antes de que entre en contacto un nuevo tramo.
- 9) Si se dañara alguna de las juntas de estanqueidad suministradas, se deberá proceder a su reemplazo ubicándolas en la posición correcta. Se deberá proteger las juntas de la intemperie y la contaminación.
- 10) Se suministrará todas las juntas de reemplazo y los equipos e instalaciones correspondientes.



- 11) El Concesionario deberá recibir, almacenar y adaptar las juntas de modo compatible con su uso y con las instrucciones del fabricante.
- 12) El Concesionario deberá preparar el revestimiento conforme a los procedimientos presentados y aprobados por el Supervisor de Obra.
- 13) Después de la construcción y el montaje de los primeros 100 m de revestimiento de cada túnel, el Concesionario deberá presentar un informe de verificación del mismo, del método de montaje y construcción, de las tolerancias obtenidas en la precisión del alineamiento del túnel y del alcance del objetivo de estanqueidad y asentamientos.

4.3.2 FABRICACIÓN DEL REVESTIMIENTO

- 1) El Supervisor de Obra deberá aprobar el diseño de fabricación del revestimiento a emplear para todo el trabajo de construcción, antes de comenzar la fabricación en serie.
- 2) Se harán pruebas de fabricación previas a la construcción en serie de los elementos del revestimiento.
- 3) El curado de las dovelas deberá ser un "Curado Acelerado" realizado mediante vapor saturado a presión atmosférica, a una temperatura máxima de 60°C, de acuerdo con lo especificado en el REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES, numeral 10.4.2. y sus Anexos, o en norma equivalente. El Concesionario deberá presentar los métodos y procedimientos a emplear para su aprobación por el Supervisor de Obra.
- 4) Las dovelas no serán desmoldadas hasta que el hormigón no haya alcanzado la resistencia suficiente para evitar daños al elemento.
- 5) Además de lo aquí especificado, la fabricación de elementos premoldeados de hormigón deberá cumplir lo establecido en las ET 26 CONCRETO y 30 CONSTRUCCIÓN Y REVESTIMIENTO DE TÚNELES EXCAVADOS CON TBM.

4.3.3 ALMACENAMIENTO, MANIPULEO, PROVISIÓN Y TRANSPORTE

- 1) El Concesionario se responsabilizará por el cuidado, el almacenamiento, el manipuleo y el transporte de las dovelas, a efectos de prevenir los daños accidentales y limitar la aplicación de cargas inadecuadas sobre los elementos premoldeados. Las dovelas dañadas por causa del Concesionario durante las operaciones deberán ser reemplazadas sin cargo para el Concedente.
- 2) El método de izaje y manejo, el tipo de equipamiento y el método de transporte, deberán ser diseñados para no producir daños en las dovelas. El esquema de almacenamiento de las dovelas deberá ser aprobado por el Supervisor de Obra.
- 3) El Concesionario será responsable de la organización de las tareas, de la planta de fabricación, de la ubicación del personal, del manipuleo y el almacenamiento de las dovelas, y de las demás instalaciones de manera que se asegure un óptimo desarrollo de la construcción de los túneles.
- 4) Las dovelas no deberán ser trasladadas hasta el sitio de su utilización antes de que hayan alcanzado su resistencia de diseño a 28 días.



- 5) El Concesionario deberá mantener, en todo momento, la provisión a pie del pozo correspondiente como mínimo a tres días de trabajo. Deberá implementar y mantener un sistema de control de provisión de dovelas que resulte capaz de indicar, en cada momento:
- Cantidad y tipo de dovelas disponibles en depósito
 - Cantidad y tipo de dovelas que se requerirán durante la próxima semana
 - Cantidad y tipo de dovelas que han sido requeridas y fecha prevista de entrega
 - Otros.

4.3.4 GARANTÍA DE CALIDAD

- 1) El Concesionario deberá desarrollar y presentar un Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle conforme con lo requerido en la ET 04 Control de calidad durante la construcción, de especial aplicación en la ejecución del Revestimiento de los túneles.



4.3.5 SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYOS

- 1) Las inspecciones, ensayos, y demás servicios relacionados con el control de calidad de los trabajos especificados en esta sección, se harán de acuerdo con lo indicado en la ET 04 Control de calidad durante la construcción. Si fuera pertinente, el Concesionario presentará un plan de ensayos complementario al solicitado según aquella especificación.

4.3.6 TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE INTERIOR DEL REVESTIMIENTO

- 1) La cara interior del revestimiento deberá presentar una superficie limpia y lisa compatible con los requerimientos hidráulicos establecidos. De haber imperfecciones, el Concesionario propondrá el método y/o tratamiento para corregirlas, el que deberá ser aprobado por el Supervisor de Obra.

4.3.7 REPARACIONES

- 1) Podrán aceptarse reparaciones cosméticas de la terminación del revestimiento o un daño menor, siempre que el procedimiento para repararla otorgue características de resistencia y duración equivalentes, debiendo emplearse un método aprobado por el Supervisor de Obra.
- 2) No se aceptarán reparaciones de deficiencias o daños generalizados, conocidas como "reparaciones estructurales".

4.3.8 SELLADO DE NICHOS PARA ALOJAMIENTO DE LAS CONEXIONES MECÁNICAS

Los nichos para el alojamiento de las conexiones mecánicas entre los elementos del revestimiento serán rellenados para restituir una superficie lisa y continua, compatible con los requerimientos hidráulicos.

- 1) El sellado podrá ser hecho in situ con un mortero de cemento o bien con elementos premoldeados pegados a las paredes de los nichos con un adhesivo epoxy.
- 2) En el primer caso, para asegurar la adherencia y permanencia del mortero, la superficie de los nichos deberá ser suficientemente rugosa y tratada con imprimación adherente antes de la colocación del relleno.
- 3) En el caso de utilizar piezas premoldeadas, la superficie de los nichos deberá ser lisa como el resto de la pieza. Para la fijación de las piezas premoldeadas se utilizarán adhesivos epoxídicos del tipo Epoxy Bond MA de T&P Phoenix, Sikadur 31 Adhesivo de Sika, o similar.

4.3.9 TOLERANCIAS

- 1) Tolerancias de fabricación:

Los elementos constitutivos del revestimiento se fabricarán con las siguientes tolerancias:

- Espesor de las dovelas = ± 3.0 mm
- Ancho de las dovelas = ± 1.5 mm
- Nichos para conexiones mecánicas = ± 1.0 mm
- Radio de curvatura de la cara interior = ± 1.0 mm
- Longitud circunferencial = ± 1.0 mm



- Radio de la circunferencia por el eje de las brochas = + 0.5 mm
- Radio por el eje de las ranuras para juntas estancas = ± 1.0 mm
- Ancho de las ranuras para juntas estancas = ± 1.0 mm
- Profundidad de las ranuras para juntas estancas = - 0.5 mm / +1.0 mm
- Inclincación de la ranura para las juntas estancas = ± 0.01 °
- Ángulo de la dovcla = ± 0.008 °

2) Tolerancias de colocación:

Los anillos del revestimiento deberán ser construidos dentro de las siguientes tolerancias, para asegurar la estanqueidad durante la construcción y en operación:

- desnivel en sentido longitudinal (perfil del túnel) < 5.0 mm
- desnivel en sentido transversal = < 5.0 mm
- (perímetro de los anillos)
- ovalización (variación del diámetro interno, ID) = + 1.0% ID (*)
- abertura de las juntas longitudinales = calibre de espesor de 1 mm no pasa (con los bulones ajustados)
- (*): para los anillos de verificación, que se armarán en la planta de prefabricación, según se especifica en 3.10.3.7), la tolerancia de montaje será de 0.1% ID.

4.3.10 CONTROLES

Los controles se realizarán en el marco del Plan de Control de la Calidad de la Ingeniería de Detalle tal y como se define en la ET 04 Control de calidad durante la construcción.

4.3.10.1 Control de los Materiales

El Concesionario asumirá los gastos de los controles sobre los materiales.

4.3.10.2 Control de los moldes para prefabricados de hormigón

1) Control para la homologación de los moldes.

El Concesionario someterá a la aprobación del Supervisor de Obra el procedimiento a utilizar para controlar, en cada uno de los moldes:

- el correcto funcionamiento de éste.
- la conformidad con las tolerancias definidas en las presentes especificaciones técnicas.
- la conservación de dichas tolerancias con el uso y la puesta en obra de los moldes.

Las operaciones de control se efectuarán en los lugares de fabricación de los moldes, por cuenta del Concesionario y en presencia de un representante del Supervisor de Obra.

Si el control revela que los moldes están fuera de tolerancia, el fabricante de moldes tendrá la obligación de asumir los gastos de las modificaciones necesarias hasta la obtención de la



geometría prescrita. El Concesionario deberá prestar particular atención a la duración de estas operaciones de repetición. El programa de fabricación de moldes debe integrar esta eventualidad.

La necesidad de recuperación de la geometría de los moldes en ningún caso podrá justificar el mínimo retraso sobre la fecha de prefabricación de los primeros elementos. El Concesionario deberá asumir los gastos que efectúe el Supervisor de Obra para el control geométrico hasta la satisfacción de sus obligaciones contractuales.

2) Controles de los moldes en la prefabricación.

Los moldes deberán ser controlados sistemáticamente en cada rotación después del cierre de los elementos móviles (mordazas).

Normalmente el control se limitará a las medidas de las distancias entre los puntos materializados (en positivo) en el centro de las superficies de apoyo transversales y longitudinales. Las medidas efectuadas al décimo de milímetro con marcas "pasa - no pasa" deberán ser comparadas con las medidas de referencia.

En caso de diferencia superior a la amplitud de la marca, se podrá exigir un nuevo control de molde por cuenta del Concesionario.

4.3.10.3 Control de los elementos constitutivos del revestimiento

1) Cada elemento será objeto de un control sistemático. El resultado del control se inscribirá en una ficha de fabricación en la que se indicará:

- la identidad del elemento,
- la fecha de fabricación,
- las medidas en molde (si hubiera lugar),
- el resultado del control visual en el momento del desencofrado,
- el tipo de reparaciones (si hubiera lugar).

El Supervisor de Obra podrá proceder a un control estadístico de las dimensiones de los elementos.

2) Las plantillas, medidores y equipos de ensayo necesarios serán suministrados por el Concesionario y mantenidos con la protección adecuada para que no sufran daños y distorsiones, se encuentren libres de suciedad y corrosión y listos para usar en el control.

3) El Concesionario controlará los elementos para verificar la exactitud de las dimensiones, con un método aprobado por el Supervisor de Obra.

4) Deberá medirse la primera fabricación. Se medirá el cinco por ciento de los elementos posteriores, u otro porcentaje que se convenga. Cuando se produzca cualquier variación en la calidad, se aumentará la cantidad de elementos medidos, de manera que se restablezca la exactitud y uniformidad de la producción.



- 5) Todos los elementos del mismo tipo deberán ser intercambiables, y las dimensiones de cada unidad que figure en los Planos preparados por el Concesionario deberán reproducirse con exactitud dentro de las tolerancias indicadas anteriormente.
- 6) Para verificar la concordancia, el espaciamiento de los orificios para conexiones mecánicas y la intercambiabilidad de los elementos, y antes de comenzar la fabricación en serie, el Concesionario deberá montar y unir un tramo significativo del revestimiento. Esto deberá hacerse sobre una base nivelada y plana aprobada por el Supervisor de Obra, con todos los elementos y accesorios del revestimiento elegidos al azar en presencia del Supervisor de Obra y a satisfacción de la misma. La base de ensayo deberá ser cubierta, equipada con grúa, debiendo mantenerse limpia y seca.
- 7) Al inicio de la fabricación y cada 2500 m de revestimiento colocado se montarán en planta dos anillos del revestimiento elegidos al azar o por el Supervisor de Obra, para verificar que se mantengan las tolerancias e intercambiabilidad de los elementos. Los anillos se montarán verticalmente sobre una base plana y nivelada, completos con todos los elementos, con el anillo superior girado, con respecto al inferior, en un ángulo igual al "paso" entre las brochas de conexión. En esas condiciones, se deberán verificar las dimensiones con las tolerancias indicadas en 3.9.2.
- 8) Se llevará un registro de todas las unidades coladas en cada molde, y todo molde que se distorsione o que cuele unidades falladas se retirará de servicio hasta que se demuestre su desempeño satisfactorio a criterio del Supervisor de Obra.

4.3.10.4 Control del Concreto

El control de los hormigones se hará de acuerdo a lo especificado en la ET 26 CONCRETO.

Antes de comenzar la fabricación de elementos para el revestimiento, el Concesionario deberá realizar los ensayos de estudio (laboratorio) y de conveniencia (en planta) para determinar las mezclas que cumplan con las resistencias especificadas.

Los ensayos serán hechos en presencia de un representante del Supervisor de Obra, con una antelación a la fecha prevista de inicio del hormigonado de los elementos del revestimiento que se acordará con la misma.

El Concesionario podrá ser autorizado para iniciar la fabricación efectiva de las piezas de hormigón únicamente si la resistencia de rotura a la compresión a los 7 días, obtenida en las pruebas de conveniencia, es por lo menos igual al 80% de la resistencia característica especificada a los 28 días.

Si las resistencias a los 28 días no son por lo menos iguales a las requeridas, los elementos fabricados con esos hormigones quedarán en observación hasta tanto el Concesionario demuestre mediante ensayos el nivel de resistencia efectiva alcanzado. Corresponderá además, que el Concesionario presente un nuevo hormigón testigo de control después de haber aportado las mejoras necesarias a sus instalaciones.

4.3.10.5 Ensayo de estanqueidad de las juntas

4.3.10.5.1 Principio de prueba

Consiste en verificar el comportamiento de las juntas de estanqueidad entre dovelas ante la presión hidrostática. La prueba se efectúa sobre dos anillos montados y unidos en fábrica.



mediante la colocación de un aparato fijado en el extradós del anillo en un cruce de juntas. Estas pruebas tienen por finalidad verificar la estanqueidad de las juntas en el agua, no sólo cuando las juntas están colocadas correctamente, sino también cuando estén desplazadas (tolerancias, riesgos de no alineación).

4.3.10.5.2 Procedimiento

- 1) Ensamblaje de 2 anillos montados verticalmente.
 - 2) Colocación de una carga vertical.
 - 3) Colocación de 4 anclajes para fijación del aparato de prueba.
 - 4) Cierre del vacío entre juntas en el cruce con la junta del aparato de prueba.
 - 5) Colocación del aparato de prueba.
 - 6) Llenado del aparato con agua.
 - 7) Aumento de la presión,
5. La prueba deberá demostrar la estanqueidad de la junta a una presión de 3,5 bars con y sin desalineación de las dovelas, con una tolerancia de desalineación fijada en 5 mm.
- a) Prueba sin desalineación de los anillos
 1. 2 anillos perfectamente alineados
 2. Aumento progresivo de la presión en escalones de 0,4 bar.
 3. Estabilización de la presión a 2.50 bars (presión de servicio); luego, continuación del aumento de presión por escalones hasta 3.50 bars.
 4. verificación de manchas de agua en la cara opuesta para cada aumento de presión.
 - b) Prueba con desalineación de los anillos
Igual procedimiento que en el punto (a), pero con las juntas de estanqueidad desplazadas.
 - c) Constataciones e informes

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 08 "Servicios topográficos a realizar por el Concesionario", ET 18 "Mejoramiento del suelo", ET 23 "Encofrado del Hormigón" ET 24 "Armaduras para Hormigón" ET 26 "Concreto" ET 30 "Construcción y Revestimiento de Túneles Excavados con TBM"



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
6.29 – Estructuras metálicas y trabajos
miscelaneos en metal.



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE DE LOS TRABAJOS	3
1.2	REFERENCIAS	4
1.3	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR.....	4
2	PRODUCTOS	5
2.1	MATERIALES.....	5
2.2	TRATAMIENTO DE SUPERFICIES.....	5
2.3	PARTICULARIDADES	5
2.3.1	Barandas de Acero.....	5
2.3.2	Tapas de Chapa de Acero desmontables.....	5
2.3.3	Tapas de hormigón desmontables con marcos metálicos.....	6
2.3.4	Tapas de Rejas desmontables de Acero	6
2.3.5	Escaleras de Acero	6
2.3.6	Insertos	6
2.4	MEDIOS DE ANCLAJE.....	7
2.5	BULONES Y TUERCAS	7
3	EJECUCION Y MONTAJE DE OBRA	8
3.1	EJECUCION	8
3.2	MONTAJE	9
4	REVESTIMIENTOS DE PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES.....	9
4.1	GENERALIDADES.....	9
4.1.1	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR.....	9
4.1.2	MANUAL DEL CONCEDENTE	10
4.1.3	SERVICIOS DEL FABRICANTE.....	11
4.1.4	INSPECCIÓN Y ENSAYOS	11
4.1.5	INSPECCIÓN DE GARANTÍA.....	12
4.1.6	ENTREGA, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS	13
4.2	PRODUCTOS	13
4.2.1	GENERALIDADES.....	13
4.2.2	SISTEMAS DE CUBIERTA DE PROTECCIÓN	14
4.3	EJECUCIÓN DE OBRA	18
4.3.1	GENERALIDADES.....	18
4.3.2	ALMACENAMIENTO, MEZCLADO Y DILUCIÓN DE LOS MATERIALES.....	19
4.3.3	NORMAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES	20
4.3.4	PREPARACIÓN DE SUPERFICIES DE METAL (NO GALVANIZADAS)	21
4.3.5	MANO DE OBRA.....	22
4.3.6	REQUISITOS PARA LAS PINTURAS APLICADAS EN EL TALLER.....	22
4.3.7	APLICACIÓN DE PINTURAS	23
4.3.8	CURADO DE LAS PINTURAS.....	24



1 GENERALIDADES

La proximidad del mar hace que sea más indicado el uso de elementos de hormigón, en comparación con elementos de acero debido a la mayor facilidad de mantenimiento de los elementos de hormigón diseñado adecuadamente, en comparación con elementos de acero más propensos a la corrosión.

Los elementos que serán realizados en acero de acuerdo a las opciones constructivas del Contratista, deberán ser protegidos mediante un tratamiento adecuado, de acuerdo con las Normas Peruanas vigentes y las especificaciones técnicas de este proyecto.

En cada caso, el material del que están hechas las estructuras, en asociación con las protecciones previstas, así como a las intervenciones planificadas y excepcionales establecidas en el plan de mantenimiento, debe garantizar una vida útil de las estructuras de 120 años.

La presente Especificación Técnica debe ser completada y complementada por el Concesionario de acuerdo con el proyecto de la Ingeniería de Detalle.

Las estructuras metálicas se podrán construir en obra o parte en obra y parte en el taller de construcción. Cuando parte de la estructura se construye en el taller el Concesionario facilitará la visita del Supervisor de Obra al taller para los controles de la estructura y de los equipos utilizados. El Concesionario informará con adecuada anticipación el inicio de los trabajos en el taller.

1.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

A. Los trabajos descritos en esta especificación comprenden el suministro, el transporte, la fabricación, el tratamiento de superficies y el montaje de estructuras metálicas y trabajos misceláneos en metal, incluyendo el suministro y la ejecución de uniones, y la realización de la Ingeniería de Detalle y los planos de taller de las estructuras.

B. El trabajo comprende la fabricación y/o el suministro, el transporte y la colocación de las siguientes instalaciones:

- Barandas
- Tapas de chapa
- Tapas de Rejas
- Tapas de hormigón con insertos metálicos
- Escaleras de acero
- Escalera tipo marinera
- Escalera de seguridad
- Plataformas metálicas
- Los insertos metálicos en hormigón, necesarios para el posterior anclaje de los diferentes elementos
- Otras instalaciones metálicas previstas por el Concesionario en su propuesta.



1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para este proyecto específico:

- Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) – GENERALIDADES Sección 04 Control de calidad.

Para los Ensayos se debe tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y, además, el Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17.

Para el diseño, el Reglamento Nacional de Construcciones y, en particular, la Norma Técnica de Edificación E-090 "Estructuras Metálicas".

Además se aplicarán los siguientes Reglamentos y Normas:

- American Society for Testing and Materials (ASTM) : ASTM A 36/ A 36M, ASTM A325M
- Norma NF-EN 124 (Norma europea)

1.3 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra, la siguiente documentación:

A. Planos de los Estudios de Detalle de las diferentes estructuras, proporcionados por el Concesionario, incluyendo:

- Detalles de uniones.
- Método del proceso de soldadura y secuencia, simbología normalizada, tipo de soldadura, hojas de información de electrodos del fabricante.
- Plan de control de soldaduras y de control dimensional.
- Dimensiones de los elementos y requisito para el acabado.
- Lista de materiales que indique todas las piezas detalladamente, la cantidad total requerida y el peso total.
- Localización de todas las piezas y accesorios metálicos a colocar en obra. Estos planos deberán ser presentados al Supervisor de Obra para su aprobación, con una anticipación a la compra de todos los materiales compatible con los plazos establecidos en el programa general de la obra.

B. Calificación de soldadores y operarios: copias de tarjetas de calificación.

C. Descripción de la secuencia y del equipo y método a utilizar para el montaje.



- D. Informes conteniendo resultados de ensayos sobre productos semi-elaborados, sobre soldaduras y controles dimensionales.
- E. Detalles sobre el revestimiento de la superficie de acuerdo con el ítem 4.1.1 de la presente Especificación Técnica.
- F. Especificación Técnica de Detalle de las Estructuras metálicas y trabajos misceláneos en metal.

2 PRODUCTOS

2.1 MATERIALES

- A. Todos los perfiles de acero estructural cumplirán con las especificaciones contenidas en las Normas ASTM A 36/ A 36M. La calidad del acero a utilizar, salvo que se indique lo contrario, será F24 o equivalente.
- B. Los pernos, arandelas y tuercas, serán galvanizados, de acuerdo con la norma ASTM A325M.
- C. Materiales de Soldadura, de acuerdo con AWS D 1.1 - Normas de Soldadura.
- D. Los marcos y tapas de fundición dúctil responderán a la norma NF-EN 124

2.2 TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

El tratamiento superficial de las piezas de acero, con el esquema de pintura correspondiente, se hará de acuerdo con el ítem 4 de la presente Especificación Técnica.

2.3 PARTICULARIDADES

2.3.1 Barandas de Acero

- A. Las barandas de acero deberán colocarse en los lugares indicados en los planos del proyecto de la ingeniería de Detalle.
- B. La modulación de las barandas deberá permitir el desarme en módulos que no superen los 60 kg de peso.
- C. Las barandas contarán con los detalles que figuran en los planos del proyecto de la ingeniería de Detalle.
- D. Las Barandas serán desmontables, salvo que se indique lo contrario.

2.3.2 Tapas de Chapa de Acero desmontables

El Concesionario tendrá a su cargo la provisión y colocación de las tapas de chapa de acero, con sus marcos correspondientes, con las dimensiones, materiales y detalles que se indicarán en los planos del proyecto de la ingeniería de Detalle.

Las tapas deberán ser pintadas según se detalla en el ítem 4 de la presente Especificación Técnica, y contarán con todo lo necesario para su correcta instalación y funcionamiento de acuerdo a lo indicado en los planos.



2.3.3 Tapas de hormigón desmontables con marcos metálicos.

El Concesionario tendrá a su cargo la provisión y colocación de las tapas de hormigón y todo lo necesario para su correcta instalación y funcionamiento, incluyendo los marcos de chapa y los herrajes, con las dimensiones y los materiales que se indicarán en los planos del proyecto de la ingeniería de Detalle.

Las tapas tendrán marcos metálicos constituidos por perfiles "L" en todo el perímetro de la placa de hormigón. La ejecución del hormigón premoldeado se hará de acuerdo con las especificaciones de este pliego.

2.3.4 Tapas de Rejas desmontables de Acero

El Concesionario tendrá a su cargo la provisión y colocación de las tapas de rejas de acero desmontables y sus marcos, y todo lo necesario para su correcta instalación y funcionamiento. Las tapas deberán ser pintadas con pintura epoxi bituminosa, de acuerdo con lo indicado en el ítem 4 de la presente Especificación Técnica. Las dimensiones de las tapas y las características de los materiales se ajustarán a lo indicado en los planos del proyecto de la ingeniería de Detalle.

2.3.5 Escaleras de Acero

2.3.5.1 Escaleras Marineras

El Concesionario tendrá a su cargo la provisión y colocación de las escaleras de acero y todo lo necesario para su correcta instalación y funcionamiento, con las características que se indicarán en los planos del proyecto de la ingeniería de Detalle.

2.3.5.2 Escaleras de Seguridad

Serán iguales a las anteriores con la incorporación de un guarda hombre, el que tendrá las características y dimensiones que se indicarán en los planos del proyecto de la ingeniería de Detalle.

Plataformas Metálicas

El Concesionario tendrá a su cargo la provisión y colocación de las plataformas metálicas que se indicarán en los planos del proyecto de la ingeniería de Detalle, incluyendo todo lo necesario para su correcta instalación y funcionamiento.

Serán pintadas según la especificación técnica ET 435 "Revestimientos de Protección".

2.3.6 Insertos

El Concesionario tendrá a su cargo la provisión y colocación de insertos de anclaje, según el Punto 2.1 de esta especificación, y todo lo necesario para su correcta instalación y funcionamiento.

Las superficies empotradas en el hormigón se limpiarán y desengrasarán con anterioridad al hormigonado.



Las superficies expuestas estarán pintadas con el esquema correspondiente, de acuerdo con lo indicado en el ítem 4 de la presente Especificación Técnica.

2.4 MEDIOS DE ANCLAJE

A. Generalidades

Los bulones de anclaje cumplirán con lo siguiente:

1) Tipos y normas:

- Bulones de acero al carbono ASTM A 307, Grado A o B
- Bulones, tuercas y arandelas de acero inoxidable ASTM A320, Tipo [304] o [316]

2) A menos que se indique lo contrario, el diámetro mínimo de los bulones de anclaje será de 1/2 pulgada (12,7 mm).

Los agujeros para los bulones de anclaje en los marcos de soporte de los equipos, no excederán el diámetro de los bulones por más de 25%, hasta un máximo de sobremedida de 1/4 pulgada (6,35 mm).

Los bulones de anclaje para el equipamiento electromecánico serán de acero inoxidable calidad 316, y estarán provistos de tuercas planas, las que serán ajustadas contra superficies planas hasta no menos del 10% de la tensión de seguridad del bulón.

3) En aquellas superficies no planas o de asiento dificultoso de la tuerca se proveerán arandelas planas o en cuña según corresponda.

4) No se permitirá el empleo de post-insertos salvo donde se especifique lo contrario. Roscas defectuosas no serán aceptadas.

B. Adhesivos de anclaje

A menos que se indique de otro modo, para perforaciones de anclaje en hormigón o mampostería se usarán adhesivos de anclaje. Los productos propuestos deberán estar acompañados con un informe del fabricante que indique las características y la resistencia, para ser aprobado por el Supervisor de Obra. Excepto que se indique de otro modo los adhesivos de anclaje cumplirán con lo siguiente:

1) Adhesivos de anclaje tipo EPOXI pueden ser provistos para perforaciones de anclaje en aquellos lugares expuestos a la intemperie o sumergidos en ambientes húmedos y corrosivos y para anclajes de barandas y barras de refuerzo. Las varillas roscadas serán de acero inoxidable de calidad 304.

2) Los adhesivos de resinas poliéster para anclajes pueden ser permitidos en otras ubicaciones.

C. Anclajes tipo expandido

Los anclajes tipo expandido serán de acero inoxidable. Los anclajes no empotrados o sumergidos serán de acero inoxidable de calidad 316.

2.5 BULONES Y TUERCAS

A. Requerimientos

Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"

Página 7 de 24



1) Las tuercas serán capaces de desarrollar toda la resistencia de los bulones. Las roscas serán métricas Withworth, con cabeza y tuerca hexagonales.

2) La longitud de todos los bulones será tal que después de hecha la unión, cada bulón sobresaldrá 12 mm a través de la tuerca.

B. Bulones expuestos (no enterrados, no sumergidos)

Excepto que se indique lo contrario los bulones y tuercas serán de acero y estarán galvanizados después de su fabricación. Las roscas y tuercas de los bulones galvanizados se fabricarán con las tolerancias adecuadas para recibir el baño en caliente. Excepto que se indique de otro modo, el acero para bulones de anclajes estarán de acuerdo con los requerimientos de la Norma ASTM A307 Grado A o B o las partes roscadas de ASTM A36.

C. Bulones enterrados o sumergidos

A menos que se indique lo contrario, los bulones de anclaje, tuercas y arandelas, que estén enterrados o sumergidos o dentro de cualquier estructura hidráulica, serán de acero inoxidable tipo 316.

A menos que se indique lo contrario, los agujeros para los bulones serán conforme a la Norma ASTM A 484.

3 EJECUCION Y MONTAJE DE OBRA

3.1 EJECUCION

A. Protección y Desoxidación. Los perfiles, las chapas y las planchuelas deberán ser transportados de manera que no sean dañados ni deformados, deberán ser almacenados en un lugar seco y no serán colocados directamente en el suelo. El óxido superficial, las impurezas y las costras de laminado serán eliminados por medio del proceso de granallado; el Supervisor de Obra aprobará el grado de terminación obtenido.

B. El Concesionario deberá verificar las dimensiones, los niveles y las condiciones de las estructuras de apoyo y las adyacentes existentes, y la ubicación de las placas de anclaje antes de realizar los Planos de Taller y la fabricación.

C. Los trabajos de soldadura respetarán lo siguiente:

- Todas las juntas a tope serán planas para permitir una correcta transmisión de tensiones. Las perforaciones para bulones serán realizadas con taladro.
- En todas las soldaduras a tope se repasará la raíz.
- Antes de soldar se quitará la capa protectora contra el óxido.
- No se empleará ningún método para acelerar el enfriamiento de las soldaduras.
- Las soldaduras serán libres de poros.

D. Todas las instalaciones deberán colocarse de acuerdo con las recomendaciones del proveedor o fabricante y según los planos de la Ingeniería de Detalle.

E. Todos los insertos en el hormigón se colocarán, de no mediar otra indicación, con mortero SIKADUR 42 autonivelante o similar en calidad y propiedades.



F. Será de exclusiva responsabilidad del Concesionario todo error de medida y/o de ejecución y correrán a su cargo todos los gastos necesarios para subsanarlos.

3.2 MONTAJE

A. Todos los elementos deberán montarse perfectamente nivelados.

B. Durante el montaje no se permitirán cortes (ni en la estructura a montar ni en la existente), que no se muestren en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobada correspondientes, salvo autorización escrita del Supervisor de Obra.

C. Los elementos estructurales no deberán forzarse para producir su acople durante el montaje; si éste no se produce naturalmente, deberán efectuarse las correcciones necesarias en el taller.

D. Las superficies galvanizadas que resulten quemadas o dañadas se deberán reparar según la Norma ASTM A780.

E. El Concesionario será responsable y tendrá a su cargo todos los gastos relacionados con la mala instalación de las estructuras y/o perfiles, y de todos los accesorios o uniones necesarias.

F. No se autorizará el montaje de partes estructurales dañadas o deformadas.

4 REVESTIMIENTOS DE PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES

4.1 GENERALIDADES

A. Los trabajos especificados comprenden la provisión de los materiales, la mano de obra y los equipos necesarios para la aplicación de un revestimiento de protección a todas las superficies indicadas, incluyendo la preparación de la superficie, el acondicionamiento, la aplicación del revestimiento, los retoques, la protección de las superficies que no serán recubiertas, la limpieza posterior y todo otro trabajo relacionado.

B. Se describirán los métodos de preparación de superficie y sistemas de protección de las mismas, para los diferentes materiales.

Su utilización será la requerida en las Especificaciones Técnicas o en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobados.

C. El Concesionario deberá cumplir con todos los requisitos de esta especificación.

D. Cuando no se indique en esta especificación o en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobados, el color de la pintura será definido por el Supervisor de Obra.

4.1.1 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

El Concesionario deberá presentar los siguientes documentos:

1) Lista de Materiales para los revestimientos de protección (pinturas o similar):

El Concesionario proveerá una lista de materiales para las protecciones, en la que deberá figurar el fabricante y el tipo de pintura, codificada de acuerdo con los sistemas



de pinturas de protección de la presente, antes o en forma simultánea con la presentación de las muestras.

2) Catálogo del Fabricante

Para cada sistema de pintura empleado, el Concesionario deberá presentar el catálogo de pinturas del fabricante con una anticipación mínima de 30 días a la fecha de la aplicación de la pintura, que deberá contener los siguientes datos:

- a) Hoja de información técnica sobre cada producto utilizado, junto con una declaración sobre la idoneidad del material para el fin previsto.
- b) Instrucciones y recomendaciones para la preparación de la superficie, uso de diluyentes, mezclado, manipulación, aplicación y almacenamiento.
- c) Colores disponibles para cada producto (cuando corresponda).
- d) Compatibilidad entre la cubierta de protección aplicada en el taller y la aplicada en obra (cuando corresponda).
- e) Hoja informativa sobre seguridad de los materiales, para cada producto utilizado.

3) Muestrarios:

Muestrario de los colores de todos los materiales, que deberán coincidir con cada color que el Supervisor de Obra seleccione de los muestrarios habituales del fabricante. Cuando los colores sean mezclas para requerimientos individuales, las muestras de colores se prepararán empleando formulaciones que coincidan con las muestras de colores suministradas por el Supervisor de Obra. La fórmula de los colores deberá figurar al dorso de cada muestra de color. Las muestras de pintura o de cubierta de protección se presentarán sobre chapas metálicas de 200 mm por 280 mm. La superficie de cada muestra deberá cubrirse completamente con un solo material, tipo y color de cubierta de protección.

4) Antecedentes del Sub Contratista de Trabajos de Pintura:

Cinco referencias para acreditar que el Sub Contratista de trabajos de pintura tiene una experiencia previa exitosa con los sistemas de cubierta especificados. Deberá proporcionarse el nombre, dirección y número de teléfono del propietario de cada instalación. El Concesionario deberá obtener las referencias del Sub Contratista y presentarlas al Supervisor de Obra.

4.1.2 MANUAL DEL CONCEDENTE

Se incluirá lo siguiente en el Manual del Concedente:

- 1) Para los sistemas de pinturas de protección, el Concesionario exigirá al fabricante de pintura una declaración manifestando que se han prestado los servicios estipulados en el punto 4.1.3 titulado "Servicios del Fabricante".
- 2) El Concesionario presentará todas las declaraciones al Supervisor de Obra dentro de los 7 días de la terminación de cada sistema de pintura.



4.1.3 SERVICIOS DEL FABRICANTE

Para los sistemas de cubierta, el Concesionario exigirá que el fabricante preste los siguientes servicios:

- 1) El representante del fabricante deberá dar instrucción en obra por un plazo no inferior a 6 horas sobre la debida preparación de la superficie, uso, mezcla, aplicación y curado de los sistemas de pintura.
- 2) El representante del fabricante deberá presenciar personalmente el inicio de las tareas de preparación de la superficie, mezcla, y aplicación de los materiales de la cubierta. Se labrará un acta de conformidad firmada por el representante del fabricante y el Concesionario.
- 3) El representante del fabricante deberá prestar apoyo técnico para resolver los problemas en la obra, que se relacionen con los productos del fabricante suministrados en virtud del presente Contrato, o con su aplicación.

4.1.4 INSPECCIÓN Y ENSAYOS

- A. En general, el Concesionario deberá notificar al Supervisor de Obras, con una anticipación mínima de 3 días, el inicio de cualquier trabajo de preparación de superficie o aplicación de pintura de protección en obra y, con anticipación mínima de 7 días, el inicio de cualquier trabajo de preparación de superficie en el taller.
- B. Todos estos trabajos se realizarán únicamente en presencia del representante del Supervisor de Obra, salvo que el Supervisor de Obras haya otorgado su aprobación previa para realizar dichos trabajos en su ausencia.
- C. Ninguna inspección efectuada por el Supervisor de Obra, ni la renuncia a inspeccionar cualquier parte de los trabajos en particular, eximirá al Concesionario de su obligación de realizar los trabajos de acuerdo con la presente Especificación.

D. Elementos de Inspección

Hasta la aprobación definitiva de dichas cubiertas o pinturas de protección, el Concesionario deberá proveer elementos de inspección en buenas condiciones de uso, para detectar partes sin cubrir y medir los espesores de película seca de las pinturas de protección. En todo momento deberá ponerse medidores de espesor a disposición del Supervisor de Obra mientras se aplique la pintura, hasta la aceptación definitiva de las mismas. El Concesionario proveerá los servicios de un operador capacitado en el uso de los elementos de inspección de partes sin cubrir, hasta la aceptación definitiva de dichas cubiertas. Los elementos para detectar partes sin cubrir sólo se usarán en presencia del Supervisor de Obra.

E. Ensayos para detectar partes sin cubrir

El Concesionario deberá probar todas las superficies ferrosas que deban encontrarse sumergidas en agua u otros líquidos, y las superficies cubiertas con cualquiera de los sistemas de pinturas de protección. Las áreas que contengan partes sin cubrir deberán marcarse, repararse y cubrirse nuevamente, de acuerdo con las instrucciones impresas



del fabricante de la pintura de protección. Los detectores de áreas sin cubrir deberán ser de los siguientes tipos:

1. Revestimientos cuyo espesor exceda los 508 μm :

Para superficies con una película de protección cuyo espesor total de película seca exceda los 508 μm se empleará un detector de partes sin cubrir de la clase que emite pulsaciones, por ejemplo el Tinker & Rasor Modelo AP-W, D.E. Stearns Co, Modelo 14/20, o similar. La unidad se regulará para operar con el voltaje necesario para producir un salto de chispa a través de un espacio de aire cuya medida sea el doble del espesor de la capa especificada.

2. Revestimientos con espesor hasta 508 μm :

Para superficies con una pintura de protección cuyo espesor de película seca total que no exceda los 508 μm se empleará un detector de partes sin cubrir del tipo no destructor, por ejemplo el Tinker & Rasor Modelo M1, K-D Bird Dog, o similar. La unidad deberá poder operar a menos de 75 volts. Para espesores entre 254 y 508 μm , antes de mojar la esponja del detector deberá agregarse al agua un agente mojannte del tipo "non-sudsing", por ejemplo el Kodak Photo-Flo o similar.

F. Comprobación del Espesor de Película

Para metales ferrosos se medirá el espesor de película seca de la pintura de acuerdo con la SSPC "Especificación N°2 para Aplicación de Pintura", empleando un medidor de espesor de película seca del tipo magnético, por ejemplo el Mikrotest modelo FM, Elcometer modelo 111/1EZ, o similar. Se verificará cada capa para comprobar que tenga el espesor correcto. No se realizarán mediciones hasta que pasen por lo menos 8 horas desde la aplicación de la pintura. Para metales no ferrosos y otros sustratos se medirán los espesores de la película de pintura de protección en el momento de la aplicación, empleando un medidor de película mojada.

G. Evaluación de la Preparación de Superficie

La evaluación de trabajos de preparación de superficies limpiadas con aire comprimido se fundará en la comparación de las superficies sopladas con los modelos de muestras.

Las costuras de soldadura deberán amolarse y redondearse evitando todo tipo de ángulo agudo que no permita obtener espesores de película homogéneos. Las salpicaduras de soldaduras recibirán el mismo tratamiento.

4.1.5 INSPECCIÓN DE GARANTÍA

Deberá realizarse una inspección de garantía durante el undécimo mes siguiente a la terminación de todos los trabajos de aplicación de cubierta de protección y pintura. Deberán concurrir a dicha inspección el Concesionario y un representante del fabricante de los materiales de la cubierta. Se repararán todos los trabajos deficientes de acuerdo con lo dispuesto en las presentes especificaciones y a satisfacción del Concesionario quien podrá reprogramar la inspección de garantía para otra fecha dentro del año previsto para efectuar correcciones, mediante notificación escrita al Concesionario. El Concesionario no quedará liberado de las obligaciones previstas en la Documentación Contractual por el hecho de no haberse realizado una inspección de garantía.



4.1.6 ENTREGA, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS

- A. Los materiales para pinturas o revestimientos de protección deberán estar en envases que muestren claramente su designación, fórmula o número de especificación, número de lote, color, fecha de elaboración, instrucciones del fabricante y nombre del fabricante, todo lo cual deberá ser plenamente legible en el momento de usarlos.
- B. Los materiales de pintura deberán almacenarse cuidadosamente para evitar que se deterioren, y en un área protegida de elementos nocivos.

4.2 PRODUCTOS

4.2.1 GENERALIDADES

A. Definiciones

A los efectos de la presente especificación, los términos "pintura", "cubierta", "revestimiento" y "terminación" se utilizan para designar los tratamientos de superficies, emulsiones, esmaltes, pinturas, resinas epoxi, y cualquier otro revestimiento de protección, ya sea que se empleen como tratamiento previo, imprimación, capa intermedia o capa de terminación. El término "EPS" significa espesor de película seca.

- B. Para los revestimientos el Concesionario deberá emplear materiales adecuados para el uso previsto y recomendados por el fabricante para este uso.

C. Compatibilidad

Para los trabajos que requieran el uso de varias capas de terminación, sólo deberán utilizarse materiales que sean compatibles entre sí y provengan del mismo fabricante. Deberá cuidarse especialmente que sea compatible la imprimación con las capas de terminación. De ser necesario, y siempre que lo apruebe el Supervisor de Obra, se aplicará una capa que forme una barrera entre la capa de imprimación existente y las capas posteriores que se apliquen en obra, a fin de asegurar dicha compatibilidad.

D. Colores

Todos los colores y tonos de color de todas las capas de pintura deberán ser las especificadas según la Norma peruana vigente o, a falta de indicación al respecto, las que determine el Supervisor de Obra. Cada capa deberá ser de un tono ligeramente distinto para que pueda inspeccionarse fácilmente si cada capa cubre bien la superficie.

E. Materiales de la Cubierta de Protección

Los productos deberán ser productos standard, producidos por fabricantes de reconocido prestigio y dedicados en forma habitual a la producción de dichos materiales, para situaciones de uso esencialmente idénticas. En caso de solicitarse, el Concesionario deberá proveer al Supervisor de Obra la designación de 10 casos, como mínimo, en que se hayan aplicado con éxito los productos del fabricante propuesto, para acreditar el cumplimiento de este requisito.

F. Presentación de Productos Sustitutos o Similares



En la mayoría de los casos se especifican los materiales con información obtenida de catálogos de los fabricantes, a fin de mostrar el tipo y la calidad de los revestimientos requeridos. Podrán aceptarse materiales de otros fabricantes siempre que se determine su compatibilidad con las cubiertas de los fabricantes indicados y sean de la misma calidad. El Concesionario deberá proveer documentación satisfactoria de la empresa fabricante del material sustituto o similar, acreditando que dicho material cumple con los requisitos y es equivalente o mejor que los materiales detallados, en cuanto a las siguientes características:

1. Calidad
 2. Durabilidad
 3. Resistencia a la abrasión y a los daños físicos
 4. Vida útil prevista
 5. Aptitud para recibir una nueva capa en el futuro
 6. Contenido de sólidos por unidad de volumen
 7. Espesor de película seca por capa
 8. Compatibilidad con otras cubiertas
 9. Idoneidad para el fin previsto
 10. Resistencia al ataque de agentes químicos
 11. Limitaciones de temperatura durante su uso y durante la aplicación
 12. Tipo y calidad de las capas subyacentes y suprayacentes
 13. Facilidad de aplicación
 14. Facilidad para reparar superficies dañadas
 15. Estabilidad de los colores
- G. Correrá por cuenta del Concesionario el costo de cualquier ensayo o análisis que requiera el Supervisor de Obra sobre los materiales sustitutos propuestos. En el caso de que la sustitución propuesta requiera efectuar cambios en los trabajos contratados, todos los costos correspondientes estarán a cargo del Concesionario, así como los costos de las brigadas de trabajo afines que intervengan en la sustitución.

4.2.2 SISTEMAS DE CUBIERTA DE PROTECCIÓN

4.2.2.1 Sistema 1 - Pintura Epoxi Bituminosa

Excepto en las carpinterías metálicas, (según Sistema 2) se aplicará una cubierta de protección de pintura epoxi bituminosa sobre todos los elementos metálicos a proveer en obra (escaleras marineras, tapas, rejas de piso, barandas, etc.), que no tengan un tratamiento indicado en la especificación correspondiente.

La pintura epoxi bituminosa y antióxido epoxi a aplicar deberá cumplir en todos sus aspectos con la Norma peruana y/o las normas internacionales. Deberá contar además con los



respectivos protocolos de ensayo, cuyas copias deberán ser presentadas oportunamente por el Concesionario.

Además, las probetas de acero protegidas con el revestimiento a ensayar, serán sometidas a las siguientes deterioraciones, después de haberse completado su curado durante 3 (TRES) semanas:

a) Resistencia al agua caliente: Las probetas serán sumergidas en agua que se calentará progresivamente hasta ebullición manteniéndose a esa temperatura 5' (cinco) minutos. No deberá observarse ablandamiento, desprendimiento de película, pérdida de brillo, ni ningún otro tipo de alteraciones.-

b) Envejecimiento acelerado: Las probetas serán sometidas al ensayo en Weather - Ometer efectuándose la observación y el registro correspondiente.

c) Resistencia a los siguientes reactivos químicos (Norma A.S.T.M. D 543 - 60 - T):

- * Solución de hidróxido de amonio al 10 %
- * Solución de ácido nítrico al 10 %
- * Aceite comestible
- * Solución de detergente al 0.25 %
- * Aceite mineral (densidad 0.830 - 0.860)
- * Solución al jabón al 1 %
- * Solución de carbonato de sodio al 2 %
- * Solución de cloruro de sodio al 10 %
- * Solución de ácido sulfúrico al 5 %
- * Solución de ácido sulfúrico al 2.5 %
- * Solución saturada de ácido sulfhídrico

d) Absorción de agua (según Norma A.S.T.M. D 570 - 59 - T):

Después de 3 (tres) semanas de inmersión, la absorción de agua no debe ser superior a 0,5 %.

e) Ensayo de adherencia al mortero: Con mortero de cemento (1: 3) se prepararán probetas en forma de ocho para ensayos de tracción, divididas por la sección mínima en 2 (dos) mitades. Después de curadas serán unidas con resina y sometidas al ensayo de rotura, debiendo soportar una tensión igual o mayor de 20 kg./cm² (veinte kilogramos por centímetro cuadrado).

f) Resistencia al impacto: Chapas de acero de 300 x 300 x 3 mm. con revestimiento similar al que se aplicará a los caños, serán sometidas al ensayo de impacto directo e indirecto, dejando caer sobre las caras protegida y no protegida respectivamente, una esfera de acero (650 g.) desde una altura de 2.40 m (dos metros con cuarenta centímetros).

Para la realización del ensayo, las probetas serán colocadas sobre un taco de madera con un agujero circular de 9 cm (nueve centímetros) de diámetro. El impacto deberá producirse a un mínimo de 10 cm (diez centímetros) de los bordes. No deberán producirse roturas o desprendimiento del revestimiento.

Tratamiento de las superficies a pintar



La pintura epoxi bituminosa se podrá aplicar siempre que las superficies metálicas estén preparadas convenientemente, según se indica:

Primero se desengrasará, para luego arenar a "metal blanco" de manera que se elimine todo vestigio de óxido, pinturas, polvo y productos no adheridos. Posteriormente se eliminará el polvo mediante aspiración o aplicación de paño limpio embebido en alcohol etílico.

Inmediatamente después de que la superficie preparada fuera aprobada por el Supervisor de Obra, se le aplicará el siguiente esquema de pintura: un fondo constituido por una pintura antióxido epoxi de 80 μm (ochenta micrómetros), y una terminación mediante una pintura epoxi bituminosa en un espesor mínimo de 400 μm (cuatrocientos micrómetros); conformadas en no menos de 2 (dos) manos sucesivas. Dichos revestimientos se aplicarán según el siguiente detalle:

Fondo:

Capa de imprimación: epoxy rico en zinc, en un espesor de 80 μm de película seca (tipo Carboline 859 o similar).

Terminación:

Epoxy bituminoso de alto contenido de sólidos en volumen (tipo Carbomastic 140 o similar), en dos manos de 200 μm cada una.

Todos los espesores indicados se refieren a película seca. Para alcanzar los mismos se deberán dar tantas manos como indique el fabricante.

Entre la aplicación del fondo y la terminación no deberán transcurrir más de 24 horas ni menos de 8 horas o el tiempo necesario para que el fondo no marque los dedos (tack).

El antióxido y el epoxi bituminoso empleados deberán pertenecer al mismo fabricante. No se aceptará bajo ninguna circunstancia que el fondo sea de una marca y la terminación de otra.

Condiciones de Aplicación

La pintura epoxi bituminosa y el antióxido epoxi podrá aplicarse a pincel, rodillo o soplete sin aire (airless).

Los trabajos de arenado y pintura deberán realizarse en un lugar cerrado en el obrador, a fin de que se cumplan las siguientes condiciones:

- Evitar la dispersión de la arena a los otros sectores de trabajo y equipos de la planta de tratamiento.
- Favorecer el cumplimiento de las condiciones de temperatura y humedad relativa ambiente, exigidas para la aplicación de las pinturas y que a continuación se detallan:

Temperatura ambiente: 10°C a 50°C

Temperatura superficie: 10°C a 50°C

Humedad relativa ambiente \leq 80%

Para evitar la condensación de la humedad durante la aplicación, la temperatura del sustrato debe estar por lo menos 3°C por encima del punto de rocío.



La pintura esmalte epoxi se empleará después de 30 minutos de preparada la mezcla, o el periodo que indique el fabricante, y antes de cumplidas 4 horas a 20-25 °C.

Cuando el pintado se realice aproximadamente a 20°, las sucesivas manos se aplicarán con un intervalo mínimo de 8 horas o cuando no marque los dedos (tack) y antes de transcurridas 24 horas. Si se hubiera sobrepasado ese lapso, se lijará la superficie hasta lograr un acabado mate y luego se aplicará la mano siguiente.

En caso de tener que usar diluyentes para la preparación y aplicación de las pinturas, se emplearan el tipo, marca y proporción indicados por el fabricante.

Antes de librarlas al servicio, las pinturas epoxi bituminosas se dejarán curar durante un periodo no menor de 7 días, a una temperatura mínima de 10°C.

Equipos

El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra para su aprobación, el listado de equipos de arenado y pintura que dispondrá en forma permanente durante la ejecución de todos los trabajos.

El equipo para arenado estará constituido por un compresor de 8 (ocho) atmósferas de presión mínima, tolva y toberas de widia. Todos estos elementos deberán encontrarse en perfecto estado de mantenimiento y funcionamiento.

El personal que ejecute los trabajos de arenado y/o pintura deberá utilizar obligatoriamente respirador Easi Air tipo máscara, marca 3M o similar, con su respectivo adaptador facial, retenedores, cartuchos y pre-filtros aptos para polvos, neblinas y vapores. Asimismo el Supervisor de Obra podrá ordenar el uso de respiradores autónomos para la ejecución de las tareas de arenado si las condiciones de trabajo así lo exigieran.

4.2.2.2 Sistema 2 - Pintura Poliuretánica

Se aplicará una cubierta de protección de pintura poliuretánica a todas las carpinterías indicadas en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobados.

Tratamiento de las superficies a pintar

La pintura poliuretánica se podrá aplicar siempre que las superficies metálicas estén preparadas convenientemente.

Para ello todas las superficies de chapa de hierro y fundición deberán estar exentas de óxido, suciedad, humedad, grasa u otros contaminantes de la superficie. Para ello se procederá a realizar una limpieza abrasiva (arenado a "metal blanco") de tal manera que se elimine todo vestigio de óxido, pinturas, polvo y productos no adheridos.

En el caso de superficies metálicas nuevas, también se le realizará una limpieza abrasiva (arenado a "metal blanco") de tal manera que elimine todo vestigio de óxido de laminación.

Posteriormente y antes de la aplicación de la pintura, se eliminarán los residuos de polvo de la superficie mediante aspiración y aplicación de paño limpio embebido en alcohol etílico.

Inmediatamente después de que la superficie preparada fuera aprobada por el Supervisor de Obra, se le aplicará el siguiente esquema de pintura:

Fondo: FONDO EPOXI ANTICORROSIVO ROJO (de Alba) o similar
Espesor 50 µm (Cincuenta micrómetros)



Terminación:

ESMALTE POLIURETÁNICO (de Alba) o similar

Espesor 150 µm (Ciento cincuenta micrómetros)

Todos los espesores indicados se refieren a película seca. Para alcanzar los mismos se deberán dar tantas manos como indique el fabricante.

Entre la aplicación del fondo y la terminación no deberán transcurrir más de 24 horas ni menos de 8 horas o el tiempo necesario para que el fondo no marque los dedos (tack).

El antióxido y la pintura Poliuretánica a emplear deberán pertenecer al mismo fabricante. No se aceptará bajo ninguna circunstancia que el fondo sea de una marca y la terminación de otra.

Condiciones de aplicación

La pintura poliuretánica y el antióxido epoxi podrá aplicarse a pincel, rodillo, soplete convencional o soplete sin aire (airless).

La pintura poliuretánica se empleará después de 30 minutos de preparada la mezcla, o el periodo que indique el fabricante, y antes de cumplidas 3-5 horas a 20-25 °C.

Cuando el pintado se realice aproximadamente a 21°, las sucesivas manos se aplicarán con un intervalo mínimo de 8 horas o cuando no marque los dedos (tack) y antes de transcurridas 24 horas. Si se hubiera sobrepasado ese lapso, se lijará la superficie hasta lograr un acabado mate y luego se aplicará la mano siguiente.

En el caso de tener que usar diluyentes para la preparación y aplicación de las pinturas, se emplearán del tipo, la marca y en la proporción indicados por el fabricante.

Antes de librarlas al servicio, las pinturas poliuretánicas se dejarán curar durante un periodo no menor de 7 días, a una temperatura mínima de 25°C.

4.3 EJECUCIÓN DE OBRA

4.3.1 GENERALIDADES

- A. Todas las obras serán limpiadas, lijadas prolijamente y preparadas adecuadamente, corrigiendo los defectos, manchas o asperezas, etc., antes de recibir las sucesivas manos de pintura, según lo indicado en los sistemas de protección en los ítems precedentes.
- B. El Concesionario requerirá la aprobación del Supervisor de Obra de cada una de las sucesivas manos de pintura, que se distinguirán unas de otra dándole una tonalidad distinta en la intensidad del tono del más claro al más oscuro, no aplicándose ninguna mano sobre otra anterior sin dejar pasar un período de 24 horas para su secado o lo establecido por el fabricante en sus instrucciones de uso. Dentro de lo posible, se terminará una mano en toda la estructura, antes de aplicar la siguiente.
- C. Durante los trabajos se tendrá especial cuidado en evitar los daños que pudieran ser causados por agentes climáticos, por el polvo ambiental, por el cierre de aberturas antes de que la pintura esté bien seca, etc. No se deberá causar perjuicios a los pisos, umbrales y a otras estructuras para lo cual el Concesionario proveerá lonas, coberturas, etc., de protección en cantidad suficiente.



- D. La última mano de pintura se dará cuando las otras brigadas hayan finalizado sus trabajos cuidando especialmente que los «cortes» de las pinturas en los contravidrios, herrajes, zócalos, contramarcos, cornisas, vigas, cielorrasos, etc., estén bien limpios y perfectos. No se aceptará el uso de manos espesas de pintura para tapar poros o grietas, debiendo usarse enduidos de marca reconocida para tal fin.
- E. Los colores serán bien incorporados a las bases para obtener una total uniformidad sin la aparición de manchas, y el uso de diluyentes cumplirá las disposiciones del fabricante en tipo, cantidad y calidad. No se admitirán pinceladas, pelos, chorreaduras, ni cualquier otra falla por mano de obra defectuosa.
- F. Si el número de manos de terminación especificada no fuera suficiente para una perfecta terminación, el Supervisor de Obra ordenará que se den manos suplementarias, sin cargo alguno, en el caso que ello se debiera a la mala ejecución de las manos especificadas.
- G. No se ejecutará ningún trabajo de pintura los días en que la humedad, la lluvia o el viento pudieran afectar la calidad del mismo.

4.3.2 ALMACENAMIENTO, MEZCLADO Y DILUCIÓN DE LOS MATERIALES

A. Recomendaciones del Fabricante

Salvo que se indique lo contrario en la presente, deberá cumplirse estrictamente con las recomendaciones e instrucciones impresas del fabricante de la pintura en lo referente a la dilución, mezclado, manipulación, aplicación y protección de sus materiales para cubiertas, preparación de superficies para recibir la cubierta, y para todos los demás procedimientos relacionados con dicha pintura.

- B. Todos los materiales para pinturas protectoras deberán protegerse de la exposición a las inclemencias del tiempo, y serán mezclados completamente, filtrados y mantenidos con una consistencia y color uniforme durante su aplicación. No deberán mezclarse las pinturas de distintos fabricantes.

4.3.2.1 PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES PARA RECIBIR LA PINTURA

- A. En General, todas las superficies que deban recibir pinturas de protección deberán limpiarse en la forma indicada en la presente especificación antes de aplicar dicha pintura. El Concesionario revisará todas las superficies a cubrir, y deberá subsanar toda deficiencia de la superficie antes de aplicar cualquier material de pintura. Todos los puntos dañados o erosionados de las superficies con imprimación de taller o con terminación de fábrica deberán restaurarse con retoques antes de aplicarse cualquier cubierta.

B. Protección de Superficies que no deban Cubrirse.

Durante las operaciones de preparación de la superficie, limpieza y aplicación de la pintura de protección, deberán protegerse las superficies que no deban recibir pintura.

- C. Se deberá retirar, enmascarar, o proteger de otro modo toda la morsetería, artefactos de iluminación, interruptores, superficies maquinadas, acoples, ejes de mando, rodamientos, placas de identificación de máquinas, y demás superficies que no deban pintarse. Se proveerán telas de cobertura para evitar que los materiales de la cubierta caigan sobre las



superficies adyacentes o las dañen. Las partes móviles de todo equipo mecánico o eléctrico deberán protegerse de sufrir daños durante las operaciones de preparación de la superficie y aplicación de la cubierta. Deberán enmascararse las aberturas de los motores para evitar la entrada de materiales de pintura u otros.

D. Deberán tomarse todas las precauciones para no dañar los trabajos adyacentes durante las operaciones de limpieza con aire comprimido. La pintura con soplete se realizará bajo condiciones cuidadosamente controladas. El Concesionario será plenamente responsable y deberá reparar de inmediato todo perjuicio causado a los trabajos adyacentes o a bienes que se encuentran en las inmediaciones, que se produzcan como consecuencia de las operaciones de limpieza con aire comprimido o aplicación de una pintura.

E. Protección de Superficies Pintadas

Deberá programarse la limpieza y aplicación de la pintura de manera que el polvo u otros elementos contaminantes producidos por la limpieza no caigan sobre superficies recientemente cubiertas y que todavía estén húmedas.

4.3.3 NORMAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

Se aplicarán las siguientes especificaciones para preparar las superficies a cubrir:

1. Limpieza con Solventes:

Se eliminará el aceite, grasa, tierra, sales y demás contaminantes solubles mediante limpieza con solvente, álcali, emulsión o vapor.

2. Limpieza con Herramientas de Mano:

Se eliminará la herrumbre suelta, desechos sueltos de amoladoras, pintura suelta, y todo otro material extraño nocivo y suelto, picando con hachuela, rasqueteando, arenando y cepillando con cepillo de alambre.

3. Limpieza con Herramientas de Potencia:

Se eliminará la herrumbre suelta, desechos sueltos de amoladora, pintura suelta, y todo otro material extraño nocivo y suelto, picando con herramientas de potencia, descascarando, arenando, cepillando con cepillo de alambre y lijando.

4. Limpieza con Aire Comprimido hasta dejar el Metal Blanco:

Eliminación de todo aceite, herrumbre, grasa, tierra, polvo, residuos de amoladora, pintura, óxidos, productos resultantes de la corrosión y demás materiales extraños que queden visibles, con aire comprimido.

5. Limpieza Comercial con Aire Comprimido:

Eliminación de todo aceite, herrumbre, grasa, tierra, polvo, residuos de amoladora, pintura, óxidos, productos resultantes de la corrosión y demás materiales extraños que queden visibles; el manchado no deberá exceder el 33% de la superficie.

6. Limpieza con Aire Comprimido con Intensidad de Cepillo:

Se eliminará todo aceite visible, grasa, tierra, polvo, residuos sueltos de amoladora, herrumbre suelta y pintura suelta. Podrá quedar el residuo de amoladora, herrumbre



o pintura que se adhiera firmemente y no pueda eliminarse con espátula de borde romo.

4.3.4 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES DE METAL (NO GALVANIZADAS)

- A. La preparación mínima de la superficie por soplado de aire comprimido con abrasivos será la indicada en los programas de aplicación de sistemas de cubierta que se especifican en el apartado 2.2 de la presente. Cuando exista contradicción entre las presentes especificaciones y las recomendaciones impresas del fabricante de la cubierta para el uso previsto, se aplicarán los requisitos que sean más estrictos.
- B. El nivel de la mano de obra para la preparación de superficies de metal deberá cumplir con las Normas peruanas vigentes y con la presente Sección.
- C. Se eliminará todo aceite, grasa, restos de soldadura y demás contaminantes de la superficie mediante limpieza con solvente según lo dispuesto en la Normas peruanas vigentes antes de limpiar con aire comprimido.
- D. Deberán redondearse todos los bordes filosos y todas las rebabas; deficiencias de la superficie o salpicados de soldadura se amolarán hasta que la superficie quede pareja antes de limpiar con aire comprimido.
- E. Se seleccionará la clase y tamaño de abrasivo para producir una superficie que cumpla con las recomendaciones del fabricante de la cubierta para la cubierta y condiciones de uso en particular de que se trate. Los abrasivos para sistemas de cubierta que deban usarse sumergidos o bajo condiciones severas deberán consistir de escoria limpia, dura, cortante y molida.
- F. No se usará nuevamente el mismo abrasivo, salvo que el Supervisor de Obra apruebe lo contrario. Para los sistemas automatizados de soplado con aire comprimido en taller, se mantendrán abrasivos limpios y sin aceite.
- G. Para la limpieza con aire comprimido, el Concesionario deberá cumplir con todas normas nacionales, provinciales y municipales en la materia sobre control de la contaminación del aire.
- H. El aire comprimido para limpieza por soplado de aire deberá suministrarse a presión adecuada, con compresores en buenas condiciones de mantenimiento, equipados con separadores de aceite/humedad que eliminen por lo menos el 95% de los agentes contaminantes.
- I. Antes de pintar se quitará de las superficies toda tierra y partículas de residuos de la operación de limpieza realizada, limpiándolas mediante soplado de aire comprimido seco, aspiración u otro método aprobado.
- J. Las áreas cerradas y demás áreas donde el asentamiento de polvo constituya un problema deberán limpiarse con aspiradora y frotarse con trapo adherente.
- K. Las cubiertas dañadas o deficientes se eliminarán mediante limpieza con aire comprimido en la forma indicada, para cumplir con los requisitos de limpieza de superficie antes de aplicar nuevamente la cubierta.



- L. Podrá limpiarse con herramientas de mano o de potencia cuando la limpieza por soplado de aire comprimido con abrasivos pueda dañar trabajos adyacentes, el área a limpiar no supere los 100 pies cuadrados (10.75 m²) y la superficie a cubrir no deba usarse sumergida.
- M. Antes de aplicar las pinturas especificadas, se eliminarán completamente las pinturas de composición desconocida aplicadas en taller. Se revisarán las válvulas, coladas, cañerías de fundición dúctil o hierro fundido y las cañerías y equipos tratados, para verificar la presencia de cubiertas provisionales aplicadas en taller. Antes de comenzar la limpieza por soplado de aire comprimido con abrasivos deberán eliminarse totalmente las cubiertas provisionales mediante limpieza con solvente.
- N. Los equipos con imprimación aplicada en taller se limpiarán con solvente en la obra antes de aplicarse las capas de terminación.

4.3.5 MANO DE OBRA

- A. Para todos los trabajos deberán emplearse personas diestras en el oficio y capataces experimentados.
- B. Deberán emplearse telas limpias para proteger contra el goteo. Todos los daños que se produzcan a la superficie como consecuencia de trabajos realizados de acuerdo a lo dispuesto en el presente deberán limpiarse, repararse y terminarse nuevamente hasta dejarlos en las condiciones originales.
- C. Todas las pinturas deberán aplicarse sobre superficies secas y libres de polvo. La pintura se aplicará de acuerdo con las reglas del arte para producir una capa pareja de espesor uniforme. Deberá prestarse atención especial a los bordes, esquinas, resquicios y juntas para verificar que estén completamente limpios y que reciban un espesor adecuado de material de cubierta. Las superficies terminadas no deberán exhibir corridas, goteo, rebordes, olas, pliegues, marcas de pincel, ni variaciones en su color, textura y terminación. La cobertura deberá ser completa, de manera que el agregado de otra capa no aumente la superficie cubierta. Deberá prestarse atención especial para que los bordes, esquinas, resquicios, soldaduras y áreas similares reciban un espesor de película igual a las áreas adyacentes.

4.3.6 REQUISITOS PARA LAS PINTURAS APLICADAS EN EL TALLER

- A. Salvo que se indique lo contrario, los equipos o partes de equipos que no deban sumergirse para su uso recibirán imprimación en el taller, aplicándose las capas de terminación en la obra, después de la instalación, con el color indicado o aprobado. Los métodos, materiales, equipos de aplicación y todos los demás detalles de la pintura en taller deberán cumplir con lo dispuesto en esta Sección. Si la imprimación aplicada en el taller requiere la colocación de una capa suprayacente dentro de un lapso de tiempo determinado, se aplicarán a los equipos las capas de terminación en el taller, retocándose la pintura después de la instalación.
- B. Deberán realizarse en obra todos los trabajos de preparación de superficie y aplicación de pinturas, para todos los equipos, o partes o superficies de equipos que se

27

encuentren sumergidos, o dentro de estructuras hidráulicas cerradas cuando están en uso, con excepción de las bombas y válvulas.

- C. Para algunos equipos puede resultar inconveniente o imposible aplicar las capas de terminación en la obra. Entre dichos equipos pueden encontrarse los grupos electrógenos, equipos tales como los tableros de control eléctrico, tableros de distribución o de control general, partes sumergidas de bombas, pasajes de metal ferroso en las válvulas, u otros elementos para los que no sea posible obtener en la obra la calidad especificada. Dichos equipos recibirán la imprimación y capas de terminación en el taller, retocándose luego en la obra con material idéntico, una vez instalados. El Concesionario deberá requerir del fabricante de cada uno de dichos equipos, como parte de la documentación a presentar, una certificación manifestando que la preparación de la superficie se realizó completamente de acuerdo con las presentes especificaciones. La hoja de datos de los materiales de la pintura deberá presentarse junto con la documentación a presentar para los equipos.
- D. Para algunos equipos pequeños el fabricante puede tener un sistema de pintura universal que resulte adecuado para las condiciones de uso previstas. En tal caso, se determinará en definitiva su aptitud cuando se *proceda a analizar la documentación* presentada. En general, los equipos en estas condiciones son sólo equipos para uso en interiores, como los instrumentos, compresores pequeños, y bombas para la medición de productos químicos.
- E. Las superficies pintadas en taller deberán protegerse durante su embarque y manipulación, tomando provisiones adecuadas como el acolchado, uso de tacos, y cubiertas de lona o nylon. Las superficies con imprimación no deberán exponerse a la intemperie durante más de 2 meses antes de recibir la capa superior, o por un tiempo menor si así lo recomienda el fabricante de la pintura.
- F. Los daños que se produzcan a las pinturas aplicadas en taller deberán repararse de acuerdo con la presente especificación y con las instrucciones impresas del fabricante de la pintura.
- G. El Concesionario se asegurará que las imprimaciones puestas en el taller y las capas superiores aplicadas en obra sean compatibles entre sí y cumplan con los requisitos de la presente Sección. Junto con la documentación a presentar para los equipos deberán presentarse copias de las hojas de datos correspondientes del fabricante de la pintura.

4.3.7 APLICACIÓN DE PINTURAS

- A. La aplicación de pinturas protectoras sobre sustratos de acero deberá realizarse de acuerdo con la Especificación N°1 para la Aplicación de Pintura (SSPC-PA1), del Steel Structures Painting Council.
- B. Deberán inspeccionarse las superficies limpias y cada capa antes de aplicarse la capa siguiente. El Concesionario deberá programar dicha inspección por adelantado con el Supervisor de Obra.
- C. Las superficies de metal ferroso limpiadas con aire comprimido deberán pintarse antes de que se produzca cualquier aparición de óxido u otro deterioro de la superficie. La



limpieza por soplado sólo se limitará a las superficies que puedan recibir la capa el mismo día hábil.

- D. Las pinturas deberán aplicarse de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones del fabricante, o con lo dispuesto en la presente especificación, aplicándose lo que contenga los requisitos más estrictos.
- E. Deberá prestarse especial atención a los bordes, ángulos, costuras de soldadura, pestañas, tuercas y bulones, y demás lugares donde probablemente el espesor de la película sea insuficiente. Dichas áreas deberán pintarse con fajas.

4.3.8 CURADO DE LAS PINTURAS

- A. El Concesionario proveerá condiciones de curado de acuerdo con las condiciones recomendadas por el fabricante del material de la pintura o por la presente especificación, aplicándose lo que tenga los requisitos más elevados, antes de poner en servicio el sistema de pintura terminado.
- B. Cuando se trate de áreas cerradas, podrá requerirse la ventilación forzada con aire, empleando aire caliente si es necesario, hasta que las superficies estén totalmente curadas.
- C. Ventilación Forzada con Aire para Estructuras Hidráulicas Cerradas

La ventilación forzada con aire se requiere para la aplicación y curado de pinturas en las superficies internas de estructuras hidráulicas cerradas. Durante el tiempo de curado deberá extraerse el aire en forma continua del nivel más bajo de la estructura, empleando extractores portátiles. Después de completarse todas las operaciones para aplicar la pintura interior, deberá proveerse un tiempo no inferior a 10 días para el curado definitivo, durante el cual se operará el sistema de ventilación forzada en forma continua.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega".



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
6.30 – Construcción y revestimiento de
túneles excavados con TBM



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE DE LOS TRABAJOS	3
1.2	DOCUMENTOS A PRESENTAR POR EL OFERENTE Y EL CONCESIONARIO	4
1.2.1	A presentar por el Oferente:	4
1.2.2	A presentar por el Concesionario:	6
2	PRODUCTOS	8
2.1	EQUIPO DE EXCAVACIÓN (TBM).....	8
2.2	MORTERO DE CONTACTO – RELLENO DEL ESPACIO ANULAR.....	9
2.3	SISTEMA DE REMOCIÓN DE LOS LODOS QUE SE EXCAVAN	9
2.4	SERVICIOS DE APOYO	9
3	EJECUCION	9
3.1	PREPARACIÓN	9
3.2	SEGURIDAD	10
3.3	EXCAVACIÓN Y AVANCE - NIVELES DE ASENTAMIENTO DE REFERENCIA Y DE INTERVENCIÓN:.....	10
3.4	PROTECCIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA, REDES DE SERVICIOS, EDIFICIOS EXISTENTES, Y MONUMENTOS	10
3.5	CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DE LAS MÁQUINAS TUNELADORAS	11
3.6	SISTEMA DE REVESTIMIENTO	12
3.7	ADQUISICIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS DURANTE LA EXCAVACIÓN	12
3.7.1	Investigaciones a largo del avance	12
3.7.2	Otros parámetros a controlar	13
3.8	VENTILACIÓN.....	14
3.9	PROTECCIÓN DE LA SUPERFICIE TERMINADA.....	14
4	ALINEACIÓN Y TOLERANCIAS	14
5	RELEVAMIENTO TOPOGRAFICO / FOTOGRAFICO DE SUPERFICIE A LO LARGO DE LA TRAZA	14
6	INYECCIONES DEL ESPACIO ANULAR	15
6.1	GENERALIDADES.....	15
6.2	PRESENTACIONES.....	15
6.3	PRODUCTOS	16
6.3.1	Características y resistencia de las mezclas	16
6.3.2	Pruebas	16
6.4	EJECUCIÓN	17
6.4.1	Equipos.....	17
6.4.2	Mezcla de lechada.....	17
6.4.3	Inyección	17
6.4.4	Prueba de lechada	18
6.5	REGISTROS.....	18
7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	18



1 GENERALIDADES

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para la ejecución de la ingeniería de detalle y para la construcción de los túneles excavados con TBM incluida la instalación del sistema de revestimiento de los mismos.

No se admitirán metodologías ni equipamientos que no permitan regular y administrar un equilibrio de presión positiva (confinamiento) en todo el frente de excavación de los túneles simultáneamente y en cualquier momento.

Para la construcción de los túneles no se admitirá ningún método que se base en la depresión o el descenso sistemático de la capa freática.

1.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

A. Excavar los túneles e instalar el sistema de revestimiento conforme con la ET 28 Hormigón premoldeado dentro de los plazos previstos en el Cronograma General de Obra, utilizando equipos y métodos que eviten daños a las instalaciones, a los edificios existentes y al entorno de la excavación, contemplando los niveles de asentamiento / levantamiento / distorsión admisibles y con los niveles de intervención definidos por el Concesionario en su Propuesta técnica y detallados en los documentos de los Estudios Definitivos, es decir la Ingeniería Básica previa al comienzo de las Obras, y la Ingeniería de Detalle, presentados por el Concesionario y aprobados por el Supervisor de Obra de acuerdo con lo establecido en la ET 07 Monitoreo. El Concesionario será el único responsable por el control de los asentamientos / levantamientos / distorsiones provocados por la obra y de todo daño causado por sus operaciones.

La metodología general de construcción deberá contemplar interferencias imprevistas que pudieran aparecer a lo largo de los trazados y los cambios de suelo que puedan producirse en los trazados planialtimétricos respecto a lo que es definido en los documentos contractuales.

B. La construcción de los túneles comprende:

1. Seleccionar, suministrar, montar y operar los equipos de excavación capacitados para excavar los túneles con eficacia a través de cualquier tipo de suelo que se encuentre, y desmontarlos al finalizar cada tramo ejecutado, incluyendo la garantía de asistencia del fabricante de la tuneladora durante los trabajos. El equipamiento seleccionado deberá permitir el acceso al frente de la excavación para reparaciones, estudios y eventuales tratamientos del suelo.
2. Diseñar y proveer todos los equipos accesorios necesarios para operar dichos equipos de excavación. El Concesionario es el único responsable por la selección de los equipos que se utilicen para realizar los trabajos de excavación de los túneles.
3. Construir pozos de ataque y de salida de las Tuneladoras.
4. Diseñar, proveer, e instalar la Energía Eléctrica e iluminación temporal necesarias para las obras.



5. Los trabajos de Control de Alineación y Tolerancias indicados en la ET 08 Servicios Topográficos a realizar por el Concesionario.
6. Realizar el diseño de detalle, proveer e instalar el revestimiento de los túneles que permita sostener y aislar la masa del suelo y la capa freática, si corresponde, soportando el empuje de la Tuneladora en el avance, las presiones externas y las cargas internas y cumpliendo con los requerimientos especificados en las ET 02 Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega y ET 28 Hormigón premoldeado.
7. Suministrar los materiales y equipos necesarios para elaborar las mezclas y realizar la inyección del espacio anular entre el suelo y el revestimiento, incluyendo los dispositivos de control de presión y control volumétrico.
8. Realizar el sellado de los nichos previstos en las dovelas para la colocación de los medios de unión, suministrando todos los materiales, equipos y personal necesarios para elaborar las mezclas y/o los elementos premoldeados destinados a ese fin, especificados en la ET 28 Hormigón premoldeado.
9. Transportar, retirar, manipular y llevar a depósito final el material excavado, incluso cualquier material contaminado que pueda encontrarse a lo largo de las excavaciones.
10. Diseñar e instalar los sistemas de ventilación e iluminación adecuados para proveer un ambiente de trabajo seguro durante la realización de los túneles.
11. La disposición en reserva de los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento completo de su equipamiento y disponer además de un equipo eléctrico de emergencia que permita mantener los sistemas auxiliares de excavación.
12. Realizar el relevamiento topográfico / fotográfico de superficie en toda el área de la traza de los túneles.
13. Realizar una inspección visual final de los túneles con el Supervisor de Obra a los efectos de verificar la estanquidad según requerimientos de la ET 32 Estanquidad.

1.2 DOCUMENTOS A PRESENTAR POR EL OFERENTE Y EL CONCESIONARIO

1.2.1 A presentar por el Oferente:

- a) La descripción completa y detallada de cada equipo de excavación, su tren de apoyo si corresponde, incluyendo la logística a emplear y el método de inyección de relleno del espacio anular.
- b) El método detallado del montaje y desmontaje de cada equipo de excavación y su tren de apoyo (según corresponda).
- c) El programa detallado del montaje y desmontaje de cada equipo de excavación y su tren de apoyo según corresponda.
- d) La descripción del procedimiento elegido para el inicio de los trabajos de excavación de los túneles.



- e) Una declaración de procedimientos con el sistema de abastecimientos y desescombros de los túneles.
- f) Una declaración de procedimientos que indique los parámetros de las máquinas previstos para lograr confinamiento total del frente del túnel para cada una de las condiciones del subsuelo. El sistema operativo ofertado para la excavación de los túneles deberá tener un método de control y regulación de la presión del frente de excavación que garantice su estabilidad en todo momento, tanto durante las propias tareas de excavación como en aquellas complementarias al avance, paradas, etc.

Si se trata de una máquina EPBM (Earth Pressure Balance Machine – Máquina que equilibra la presión de tierra), el tornillo transportador se instalará en la misma, utilizándose la máquina para controlar la presión sobre el frente. Deberá señalarse, entre otras cosas: velocidad de rotación y par del cabezal de corte, empuje, velocidad de rotación y par del tornillo transportador, régimen de descarga, régimen de avance, materiales acondicionantes para la excavación en el frente (por ej. espuma, polímero y/o bentonita) y cantidades a mezclar, control de volumen y presión del tornillo transportador.

Si se trata de una máquina del tipo Slurry Shield, se especificará además la línea de retorno del lodo, u otro sistema de descarga, el régimen de procesamiento de la planta de tratamiento de lodo, especialmente para los materiales de grano más fino. En todos los casos, el Oferente deberá acompañar su oferta con los cálculos y/o certificados de garantía del fabricante del equipo que respalden los parámetros de comportamiento de la TBM ofrecida.

- g) Una declaración de procedimientos que indique cómo se realizará la puesta en servicio y lanzamiento de cada equipo de excavación al inicio y final de cada etapa entre pozos (break-in y break-out). Se detallarán los revestimientos y tratamientos a realizar en las paredes de la estructura de entrada y salida de los pozos, y demás medidas que deban tomarse para minimizar el asentamiento del suelo y controlar el agua subterránea antes de que el equipo de excavación comience a trabajar sistemáticamente y con seguridad dentro de los túneles.
- h) Una declaración de procedimientos que indique las precauciones y procedimientos especiales que deban tomarse al parar la máquina en cualquier circunstancia y tipo de suelo, para acceder al frente del equipo de excavación para su inspección, remoción de interferencias imprevistas, mantenimiento o reparación utilizando métodos complementarios de estabilización del suelo según se requiera. Se indicarán en detalle las precauciones a tomar para otras paradas, por ejemplo los fines de semana o días feriados, para evitar cualquier pérdida de estabilidad del frente. Se indicará también las medidas de contingencia que se emplearían si se encontraran problemas de asentamiento del suelo o control de agua subterránea mayores a los esperados, y/o si se interrumpiera el suministro eléctrico del equipo de excavación.
- i) Una declaración de procedimientos que cubra el desmontaje y/o extracción del equipo de excavación y sus equipos y sistemas de apoyo.



- j) Una declaración de procedimiento que indique la forma de operación del equipo de excavación que se propone realizar, las mejoras del suelo y otras protecciones para las obras de existentes para evitar que se alcance alguno de los niveles de intervención especificados en capítulo 4 de la ET 07 Monitoreo.
- k) El listado de los valores de asentamiento-levantamiento-distorsión admisibles a lo largo de la traza durante la operación de excavación, y los procedimientos de emergencia que se aplicarán en el caso de que el monitoreo y los informes de mediciones en campo indiquen que se alcanzó el Nivel de advertencia / Nivel de alarma de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.3 de esta ET, y con la ET 07 "Monitoreo".
- l) Una declaración de procedimiento que indique los métodos y equipos empleados para poner a disposición con continuidad y en tiempo real la información del sistema de registro de datos del equipo de excavación e inyección del espacio anular para del Supervisor de Obra, mediante un sistema de conexión por cable y transmisión en tiempo real, con equipo de registro / almacenamiento en la unidad del Supervisor de Obra situada en el Sitio.

1.2.2 A presentar por el Concesionario:

A. Documentos a presentar antes de iniciar la excavación de los túneles

- a) Las constancias que acrediten la correcta alineación del equipo de excavación durante la ejecución de la obra, incluyendo una declaración por la que se comprometa que el fabricante de cada tuneladora acompañará y asesorará al Concesionario por lo menos hasta lograr el ritmo de avance normal.
- b) Las fotografías de pre construcción requeridas de acuerdo con lo indicado en el capítulo 5 de esta ET, y con la ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega".
- c) El relevamiento topográfico vinculado a la T.A.P.A. para la construcción de los túneles (ver ET 08 Servicios topográficos a realizar por el Concesionario), y su verificación y aprobación por parte del Supervisor de las Obras.
- d) Las presentaciones de la Ingeniería de Detalle referidos al sistema de revestimiento para sostén y aislamiento del suelo al Supervisor de Obra para su aprobación, de acuerdo con la ET 28 Hormigón premoldeado.
- e) Los valores de asentamiento-levantamiento-distorsión admisibles a lo largo de la traza durante la operación de excavación, y los procedimientos de emergencia que se aplicarán en el caso de que el monitoreo y los informes de mediciones en campo indiquen que se alcanzó el Nivel de advertencia / Nivel de alarma de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.3 de esta ET, y con la ET 07 "Monitoreo".
- f) La propuesta detallada del Concesionario para la protección de las instalaciones de infraestructura existentes detalladas de acuerdo con el apartado 3.4 de la presente ET. Si no se eligiera protección alguna, indicarlo. Cada esquema de protección de instalaciones existentes contendrá lo siguiente:
 - 1) Método de protección propuesto para evitar alcanzar el primer nivel de intervención especificado.



- 2) Detalles de diseño específicos del tratamiento de protección, por ejemplo mezclas de mortero, presiones de aplicación del mortero, ubicación de las áreas de puesta a punto de métodos y dosajes, etc.
- g) Las Especificaciones técnicas Detalladas de las TBM empleadas.
- h) Procedimiento "Plan de Avance de la Tuneladora" con límites inferiores y superiores de los parámetros relevantes de la TBM como presión del frente, medida sobre el lodo utilizado para condicionar el material excavado, medidas sobre el material proveniente de la excavación, volumen de mortero de inyección del espacio anular, límites de atención y alarma y contramedidas.
- i) Las presentaciones requeridas en el apartado 6.2 "Inyecciones del espacio anular" de la presente ET.
- j) Cualquier otra presentación de la Ingeniería de Detalle necesaria, o que el Supervisor de Obra requiera antes de los inicio de los trabajos de excavación de los túneles.

B. A presentar durante la construcción

- a) Durante los períodos de avance de los túneles e instalación del revestimiento el Concesionario deberá poner a disposición con continuidad y en tiempo real la información de su sistema de registro de datos del equipo de excavación e inyección del espacio anular, mediante un sistema de conexión por cable y transmisión en tiempo real, con equipo de registro / almacenamiento en la unidad del Supervisor de Obra situada en el Sitio.

La transferencia de datos no implicará ninguna transferencia de responsabilidad del Concesionario al Supervisor de Obra, sobre las acciones a tomar en cada momento.

Los principales parámetros que intervienen en el funcionamiento operativo del equipo de excavación además se entregarán evaluados al Supervisor de Obra en períodos quincenales. El formato de presentación será de acuerdo a las instrucciones del Supervisor de Obra.

- b) Informe mensual de cumplimiento durante la excavación de los parámetros relevantes de la TBM con los establecidos por el Procedimiento "Plan de Avance de la Tuneladora" aprobado por el Supervisor de Obra (límites inferiores y superiores) destacando eventos de superación de los límites de atención y alarma, si corresponde, y contramedidas.
- c) Con las modalidades concordadas con la Supervisión de Obra, informes semanales / mensuales de adquisición de los parámetros geológicos-geotécnicos durante la excavación según el contenido del ítem 3.7 de la presente Especificación Técnica, donde corresponde.
- d) Durante los períodos de avance de los túneles el Concesionario deberá entregar todos los datos obtenidos por el sistema de navegación evaluados y comentados al Supervisor de Obra en períodos semanales. Dichos datos serán la posición del equipo de excavación con relación al eje de proyecto y la dirección en la cual se desplazan las resultantes del sistema de control de avance automático (ACS). El formato de presentación será de acuerdo a las instrucciones del Supervisor de Obra.



- e) Registros completos de la lechada requeridas en el capítulo 6 "Inyecciones del espacio anular" de la presente ET.
- f) Cualquier otra presentación de la Ingeniería de Detalle, o que el Supervisor de Obra requiera durante la construcción.

2 PRODUCTOS

2.1 EQUIPO DE EXCAVACIÓN (TBM)

A. Requisitos de diseño:

1. Generales: El Concesionario deberá proveer 4 (cuatro) máquinas excavadoras (TBM) con capacidad para excavar a través de todas las condiciones del suelo y las obstrucciones presentes, instalando en forma continuada y simultánea un sistema de revestimiento construido en una etapa, que el Concesionario proponga según su propio proyecto, compatible con el equipo TBM propuesto.

El equipo de excavación deberá ser compatible con los requerimientos y las dimensiones previstas en la ET 01 Especificaciones técnicas prestacionales y deberá diseñarse para asegurar el ritmo de obra previsto en el Programa de Construcción.

2. Tipo de máquina: El equipo de excavación podrá ser del tipo a presión balanceada de tierra (EPB) o a escudo protector con lechada (Slurry Shield), de frente cerrado, debiendo proveer un sostenimiento permanente del frente de los túneles.
3. Agua subterránea: El equipo de excavación se diseñará para resistir y permitir el trabajo de excavación bajo las condiciones hidrostáticas naturales existentes sin deprimir la capa de agua subterránea.
4. Presión positiva en el frente: El equipo de excavación mantendrá en todo momento el equilibrio completo del frente de excavación de los túneles, bajo cualquier condición, tanto durante la excavación como en los períodos de parada del equipo.

- B. Un sistema de obtención de datos con capacidad para procesar y almacenar los principales parámetros que intervienen en el funcionamiento operativo del equipo de excavación durante el avance de los túneles y la instalación del revestimiento a entregar en tiempo real al Supervisor de Obra. Los principales parámetros que intervienen en el funcionamiento operativo del equipo de excavación además se entregarán evaluados al Supervisor de Obra en períodos quincenales. El formato de presentación será de acuerdo a las instrucciones del Supervisor de Obra.

- C. Un sistema de control de avance automático (ACS), asociado a un control auxiliar que indique permanentemente y en tiempo real la posición del equipo de excavación con relación al eje de proyecto y la dirección en la cual se desplaza, de acuerdo con la ET 08 Servicios topográficos a realizar por el Concesionario. Todos los datos obtenidos por el sistema de navegación se entregarán evaluados al Supervisor de Obra en períodos semanales. El formato de presentación será de acuerdo a las instrucciones del Supervisor de Obra.



2.2 MORTERO DE CONTACTO – RELLENO DEL ESPACIO ANULAR

El Concesionario deberá proponer las mezclas a utilizar, el método operativo, el procedimiento de ejecución y la Especificación Técnica para su aprobación por parte del Supervisor de Obra. Véase además el capítulo "Inyecciones del espacio anular" de la presente ET. Todo el material y procedimientos propuestos deberán ser iguales en cuanto a calidad, duración y seguridad que las especificaciones en estos documentos.

2.3 SISTEMA DE REMOCIÓN DE LODOS QUE SE EXCAVAN

El Concesionario diseñará, instalará y operará un sistema de remoción del lodo que se produce en el frente de corte y excavación, que sea compatible con el equipo de excavación y con el sistema de revestimiento elegido. Se controlará dicho sistema de remoción de lodo de modo que en la zona de corte se mantenga una presión positiva suficiente para controlar la masa de suelo y agua del frente de excavación.

2.4 SERVICIOS DE APOYO

El Concesionario diseñará, instalará y operará los servicios necesarios de apoyo a la construcción y a la seguridad de las personas que trabajan, de acuerdo con los requerimientos del proyecto y las reglamentaciones locales (Véase la ET 05 Protección del medio ambiente, y la ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo).

3 EJECUCION

3.1 PREPARACIÓN

Sólo comenzará la excavación cuando se hayan cumplido las siguientes condiciones:

- a) El Concesionario haya presentado los documentos listados en el apartado 1.2.2. parte A "Documentos a presentar antes de iniciar la excavación de los túneles", y estos se encuentren aprobados.
- b) El Concesionario haya puesto a disposición del Supervisor de Obra el sistema descrito en el párrafo 1.2.2. parte B "A presentar durante la construcción".
- c) El Concesionario haya realizado los tratamientos u otras medidas de protección para las obras de infraestructura existentes (carreteras, vías y viaductos de ferrocarriles u otros), obras de la infraestructura en construcción, redes de servicios (agua potable, alcantarillado, eléctricas, telefónicas y de comunicaciones en general, u otros), edificios existentes, monumentos arqueológicos y del patrimonio histórico, según corresponde para evitar daños en las mismas, de acuerdo con el proyecto de Ingeniería de Detalle aprobado por el Supervisor de Obra.
- d) El Concesionario haya instalado el instrumental de monitoreo definido en las ET 07 Monitoreo con anticipación suficiente a la actividad de excavación, de manera que siempre puedan efectuarse en cada punto de monitoreo como mínimo dos lecturas antes de que el frente de los túneles llegue a 50m de los instrumentos.



3.2 SEGURIDAD

Se conducirán las operaciones de excavación de acuerdo con lo establecido en la ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo.

3.3 EXCAVACIÓN Y AVANCE - NIVELES DE ASENTAMIENTO DE REFERENCIA Y DE INTERVENCIÓN:

El Concesionario es el único responsable por las afectaciones de cualquier tipo que puedan generar los asentamientos-levantamientos-distorsiones (movimientos diferenciales) que produzca la ejecución de la obra en bienes de superficie y estructuras enterradas del Concedente o de terceros.

En cada lugar del trazado, el asentamiento-levantamiento-distorsión admisible será el establecido para el Concesionario y aprobado por el Supervisor de Obra, de acuerdo con los criterios que se encuentran en el capítulo 4 de la ET 07 Monitoreo. Esos serán los valores de referencia que deberán cumplirse durante la excavación de los túneles, siempre que durante los trabajos no aparezcan daños evidentes, en cuyo caso, deberán reducirse a niveles compatibles con la preservación de los bienes existentes.

El Concesionario presentará en su propuesta y detallará en los Estudios Definitivos de Monitoreo, los procedimientos de emergencia que se aplicarán en el caso de que el monitoreo y los informes de mediciones en campo indiquen que se alcanzó el Nivel de advertencia / Nivel de alarma.

De acuerdo con los procedimientos de emergencia presentados por el Concesionario y aprobados por el Supervisor de Obra se realizará la construcción de los túneles incluyendo si fuera necesario tratamientos de mejora de los suelos como se indica en la ET 18 Mejoramiento del suelo, o según otros procedimientos aprobados para el Supervisor de Obra. También podrán utilizarse productos acondicionantes apropiados, y aprobados para el Supervisor de Obra, para el frente de excavación, que permitan reducir al mínimo el movimiento del suelo al paso del equipo de excavación, y ayuden a controlar la estabilidad del suelo circundante y de la capa de agua, reduciendo al mínimo los asentamientos en la superficie y en las estructuras y servicios existentes, para todas las condiciones del suelo que deban enfrentarse.

El Concesionario tendrá a su cargo todos los costos de reparaciones y reemplazos en caso de daños a bienes preexistentes.

3.4 PROTECCIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA, REDES DE SERVICIOS, EDIFICIOS EXISTENTES, Y MONUMENTOS

El Concesionario deberá entregar en su propuesta el listado de los valores de referencia de asentamiento-levantamiento-distorsión admisibles para las obras de infraestructura existentes, las obras de la infraestructura en construcción, las redes de servicios, los edificios existentes, los monumentos arqueológicos y del patrimonio histórico cruzados y las medidas que permitirán controlar los niveles de asentamiento-levantamiento-distorsión durante la construcción.



El Concesionario propondrá en su propuesta cuáles de las obras de infraestructura existentes (carreteras, vías y viaductos de ferrocarriles u otros), obras de la infraestructura en construcción, redes de servicios (agua potable, alcantarillado, eléctricas, telefónicas y de comunicaciones en general, u otros), edificios existentes, monumentos arqueológicos y del patrimonio histórico requerirán tratamientos de protección durante la operación de excavación. La protección podrá efectuarse por medio alguna de las modificaciones del suelo indicadas en la ET 18 Mejoramiento del suelo, tales como aplicación de lechadas o morteros de cemento, jet grouting, inyecciones de compensación, etc. También podrá disponerse protección de una estructura o servicio existente sosteniéndola con una estructura especialmente diseñada para ese fin, que deberá contar con la aprobación de Supervisor de Obra y del Responsable de las Instalaciones.

Para las redes de servicios cruzados los valores de referencia de asentamiento-levantamiento-distorsión, y los tratamientos de protección contenidos en la propuesta deberán ser integrados al proyecto de reubicación donde corresponde, y ser confirmados por los propietarios y/o los gestores del servicio con opinión previa y por escrito. Para más detalles, consulte la ET 33 "Protección y reubicación de los servicios existentes".

3.5 CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DE LAS MÁQUINAS TUNELADORAS.

Sin contradecir lo anteriormente dicho, las máquinas tuneladoras deberán reunir como mínimo las siguientes características:

- Rueda de corte con abertura mínima del 33%.
- 6 líneas mínimo para acondicionamiento de la cabeza.
- Posibilidad de movimiento axial de la rueda de corte de 250 mm mínimo.
- Sobrecorte hidráulico o mecánico regulable.
- Articulación activa.
- Par mínimo de trabajo de la rueda de corte de 12 000 kNm (en caso de escudo EPB).
- 6 celdas de presión en cámara más 2 en clave para comprobar presión sobre el escudo.
- Líneas de alta presión para el "flushing" del centro de la cabeza
- Rodamiento principal triaxial con duración mínima garantizada de 15 000 horas.
- Cámara de gran volumen para burbuja de aire (en caso de hidroescudo).
- Sistema de recupero automático de presión en cámara de excavación (250 litros/minuto caudal mínimo).
- Sistema de inyección de compensación a través del escudo con un mínimo de 6 puntos de inyección en la mitad superior del escudo, una bomba para cada línea.



- 6 líneas dobles para inyección de mortero, una bomba para cada línea.
- Doble sistema de pesada en cinta (en caso de EPB).
- Sistema completo de registro de datos con visualización remota en tiempo real.

3.6 SISTEMA DE REVESTIMIENTO

- a) Se asegurará que el revestimiento elegido para sostener la masa del suelo soporte plenamente el suelo que rodea al túnel, sin asentamiento o movimiento alguno después del paso del equipo de excavación.
- b) Se aplicará mortero de contacto por fuera del revestimiento simultáneamente con el avance del equipo de excavación, de manera que en ningún momento se permita que la masa del suelo se desplace hacia el revestimiento de los túneles, y de acuerdo con el capítulo "Inyecciones del espacio anular" de la presente ET.
- c) Cada avance del equipo de excavación (TBM) tendrá únicamente la longitud necesaria para permitir la construcción de un tramo del revestimiento. Todo el sistema de sostenimiento del suelo se construirá íntegramente dentro del escudo antes de avanzar el equipo.

3.7 OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS DURANTE LA EXCAVACIÓN

Los Parámetros geológicos y geotécnicos pueden ser directamente obtenidos durante el trabajo por medio de lo siguiente:

- Levantamiento del frente - este tipo de investigación se puede realizar durante el tiempo de parada de la TBM y luego periódicamente de acuerdo con los requisitos de construcción diferentes; incluye la recopilación de toda la información de la agrupación.
- Pruebas en sitio rápido (por ejemplo, la prueba de punto de carga de bloques erráticos) - completan caracterización y clasificación directa.
- Investigaciones a lo largo del avance.

Como se indicó líneas arriba, parámetros geológicos y geotécnicos pueden ser adquiridos a través de diversas actividades relacionadas con lo anterior, en el plazo que será fijado por el Supervisor de Obra. El almacenamiento debe ser en forma digital en archivos específicos cuya estructura se acordará con la Supervisión de Obra.

3.7.1 Investigaciones a largo del avance

- a) Perforación horizontal / sub-horizontal a lo largo del avance

Las perforaciones se pueden hacer con una sonda colocada en el interior del escudo de la tuneladora.



Cuando se adopta la metodología " con destrucción de núcleo" debe ser posible registrar (a través de una central de adquisición de datos) los siguientes parámetros:

- El progreso instantáneo (VA, m / h);
- Empuje en la herramienta de corte (PO, bar);
- La presión del fluido de perforación (PI, bar);
- Torque de corte (CR, kN * m);

Todos los parámetros de perforación registrados automáticamente deben ser adecuadamente representados en diagramas (diagrafie) que muestran los valores correspondientes medidos en función de la marcha, para cada parámetro.

Pueden utilizarse tanto martillos rotativos (martillo de percusión "de agujero profundo"), como herramientas tipo "tres conos".

Limitado a las perforaciones realizadas en la sección de excavación, las varillas de perforación deben ser de aluminio para reducir los problemas de avance de la TBM en el caso de pérdida de la batería de perforación.

b) Sondajes horizontal / sub-horizontal en avance

Los sondajes con recuperación de muestras (núcleos) se destinarán a investigar las áreas consideradas más críticas.

En todas las secciones bajo nivel de agua, se deberá utilizar un sistema diseñado para evitar la entrada de agua en el túnel durante la ejecución de los sondajes.

Limitado a las perforaciones realizadas en la sección de excavación, las varillas de perforación deben ser de aluminio, para reducir los problemas de avance de la TBM en el caso de pérdida de la batería de perforación.

Los datos relativos a las investigaciones en avance (diagrafie, parámetros de perforación, estudios estratigráficos) serán adquiridos a través de las diversas actividades relacionadas con ellos, todo esto de acuerdo con el Supervisor de Obra.

El almacenamiento debe ser en forma digital en archivos específicos cuya estructura se acordará con la Supervisión de Obra.

3.7.2 Otros parámetros a controlar

En caso de utilización de bentonita o polímero, el CONCESIONARIO debe tener en el lugar de trabajo equipos de laboratorio para el control de los siguientes parámetros antes de entrar en el circuito:

- El peso específico o peso de volumen
- Viscosidad Marsh
- Agua libre



en base a las especificaciones y aprobado por El Supervisor de Obra.

En el caso de uso de Tuneladora EPBM (Earth Pressure Balance Shield) se debe realizar la prueba slump (asentamiento con cono Abrahms) del material excavado. La medición se llevará cada día sobre el material extraído de la cinta transportadora inmediatamente después de la cóclea. El valor de slump deberá estar dentro del rango indicado Por El CONCESIONARIO en el Procedimiento del "Plan de Avance de la tuneladora".

3.8 VENTILACIÓN

- a) Se proveerán equipos de ventilación adecuados para cada frente en el túnel durante los trabajos.
- b) Se proveerán equipos de ensayo portátiles para detectar la presencia de gas monóxido de carbono, gas sulfuro de hidrógeno, insuficiencia de oxígeno y gases explosivos. Se detectarán dichos gases e insuficiencia de acuerdo con los requerimientos mínimos según la ley aplicable (ver ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo).
- c) Se proveerá una alarma de gas automática para detectar la presencia de gases explosivos sobre cada equipo de excavación. Dicha alarma / sensor estará situada cerca del frente de los túneles.
- d) Se equiparán los motores y controles con un sistema de detección de metano con corte automático.

3.9 PROTECCIÓN DE LA SUPERFICIE TERMINADA

- a) El Concesionario adoptará las previsiones necesarias para evitar daños en la superficie del revestimiento ya colocado, que pudieran producirse como consecuencia de las operaciones de construcción.
- b) En particular, se llama la atención del Concesionario en relación con la zona inferior de la sección, en la que deberá tomar las mayores precauciones para evitar que la fijación de los rieles y el tránsito de los trenes produzcan deterioros de la superficie de las dovelas colocadas.

4 ALINEACIÓN Y TOLERANCIAS

Se procederá de acuerdo con los valores de alineamiento y tolerancias indicados en la ET 08 "Servicios topográficos a realizar por el Concesionario".

5 RELEVAMIENTO TOPOGRAFICO / FOTOGRAFICO DE SUPERFICIE A LO LARGO DE LA TRAZA

El Concesionario deberá realizar un relevamiento topográfico / fotográfico minucioso de toda el área de las calles bajo las cuales se desarrollan las trazas de los túneles, previamente al paso de los túneles. La anticipación será tal que el lugar relevado en cada momento no esté alejado más de 500 metros de la posición de la tuneladora.

El relevamiento deberá incluir, sin que la lista sea limitativa, los siguientes elementos:



- Viviendas y edificios de todo tipo, dentro de la cuenca de subsidencia inducida por las obras en construcción
- Veredas
- Calzadas
- Vías ferroviarias, viaductos ferroviarios y carreteros, puentes, etc.

El relevamiento deberá certificarse ante notario. El Concesionario deberá ir entregando al Supervisor de Obra copias de los documentos obtenidos (mediciones, fotografías, etc.) a medida que avance el relevamiento, siempre antes de que el túnel alcance las secciones relevadas.

6 INYECCIONES DEL ESPACIO ANULAR

6.1 GENERALIDADES

1. La operación de relleno del espacio anular a realizar entre el revestimiento del túnel y la cavidad producida por la excavación de las tuneladoras es muy importante para el control de los asentamientos en la superficie.
2. La tuneladora deberá estar provista de tubos para inyección de morteros de cemento a través de los sellos superficiales de cola. No está previsto inyectar a través de los elementos prefabricados del revestimiento de los túneles.
3. El Concesionario deberá cumplir lo siguiente:
 - a) el equipo de tuneleo no podrá avanzar si no se puede realizar la inyección del espacio anular en simultáneo.
 - b) La velocidad de avance de la excavación debe coincidir con la velocidad de relleno del espacio anular.
 - c) Se dispondrá en tiempo real de los controles de presión y del volumen de inyección que permita verificar el relleno total del espacio anular incluyendo los eventuales sobrecortes.

6.2 PRESENTACIONES

El Concesionario deberá:

- 1) Presentar los detalles correspondientes a las mezclas propuestas para su aprobación. En los lugares críticos: las mezclas deberán ser de fraguado a corto plazo y alta resistencia inicial. En el resto del trazado será necesario proporcionar pruebas acerca de la resistencia y propiedades de la mezcla, las que deberán ajustarse a lo previsto en el apartado 2. También se deberán presentar los resultados de las pruebas de rutina a las cuales se hace mención en el apartado 2.
- 2) Presentar al Supervisor de Obra en tiempo real y mantener registros diarios de las operaciones de inyección, indicando las cantidades colocadas, la presión utilizada, los tipos



de mezcla utilizadas, la cantidad de puntos de inyección, los tiempos de ejecución y demás datos que pudieran ser requeridos por el Supervisor de Obra.

- 3) Presentar junto con las características del equipo de tuneo, los detalles completos acerca de los equipos propuestos para inyección, incluyendo los siguientes datos, los cuales no son limitativos: Composición de las mezclas, sistema de bombeo, medición de presión y dispositivos de control, caudal y control direccional, recipientes para almacenamiento temporal, coordinación de las funciones de las tuneladoras con las operaciones de inyección, y en particular, si corresponde, control de presión de la grasa para los sellos de cola de la tuneladora.
- 4) Presentar los detalles correspondientes al procedimiento propuesto, los cuales incluirán los siguientes ítems sin limitarse exclusivamente a ellos: ubicación de la planta de mezclas, sistema de transporte de los materiales mezclados hasta el lugar de inyección, coordinación con las otras funciones relativas a las tuneladoras, puntos de inyección a utilizar y el orden de los mismos, ubicación y control de agregado de algún aditivo.

6.3 PRODUCTOS

Se utilizarán únicamente los productos y materiales aprobados por el Supervisor de Obra.

6.3.1 Características y resistencia de las mezclas

El mortero de relleno, tendrá un alto contenido de sólidos, y será tan líquido como sea posible para garantizar el llenado del espacio anular. Deberá tener buena trabajabilidad hasta el momento de la inyección – que podría posponerse si ocurrieran problemas en la máquina – y rápido endurecimiento luego de la inyección. El mortero debe poder ser inyectado aun habiendo permanecido un tiempo en las cañerías, para reducir al mínimo las tareas y los tiempos de limpieza de las mismas.

El mortero deberá adquirir rigidez luego de 5 a 7 horas de inyectado, y alcanzará una resistencia a las 24 horas comprendida entre 0,30 y 0,50 MPa. La resistencia a los 28 días estará comprendida entre 4 y 8 MPa. (40 a 80 kg/cm²).

6.3.2 Pruebas

El Concesionario deberá:

- 1) Llevar a cabo ensayos de prueba de las mezclas propuestas más las pruebas de rutina de la mezcla aprobada de la siguiente forma:
 - a) Resistencia a la compresión a las 3 horas
 - b) Resistencia a la compresión a los 28 días
 - c) Determinación de los tiempos iniciales y finales de fragüe.
- 2) Realizar ensayos de verificación cada 200 m³ de lechada.



6.4 EJECUCIÓN

Se utilizará únicamente los procedimientos que hayan sido aprobados por el Supervisor de Obra.

6.4.1 Equipos

- 1) El Concesionario deberá utilizar para las mezclas e inyección de lechada únicamente equipos con la capacidad adecuada para elaborar las mezclas y agitar la lechada correctamente, introduciéndola en los huecos entre el revestimiento y el suelo con un caudal continuo y utilizando las presiones requeridas y a una velocidad acorde con el avance del equipo de tuneleo.
- 2) El equipo de inyección incluirá un dispositivo de medición volumétrica exacta, con lectura en metros cúbicos hasta 1/10 de metro cúbico, para la medición de la cantidad de lechada inyectada.
- 3) La tuneladora deberá estar provista de tubos de inyección y tubos para aditivos que podrán ser agregados a la mezcla antes de la colocación final. Las conexiones de estos tubos se deberán ubicar lo más cerca posible del lugar en donde se verterá la lechada final desde el sistema de inyección del túnel, conjuntamente con los dispositivos de control e indicadores que permitan el monitoreo del caudal, presión y aditivos.
- 4) El Concesionario suministrará válvulas de cierre adecuadas en cada punto de admisión de lechada para mantener la presión en la zona hasta que se complete el proceso de inyección. Se suministrará un set de válvulas de desviación con la presión adecuada, que cuente con un sistema de limitación de presión de inyección.
- 5) El Concesionario deberá mantener los equipos de inyección en buenas condiciones mientras se realicen los trabajos a fin de asegurar la continuidad y eficiencia del funcionamiento.

6.4.2 Mezcla de lechada

Se establecerá la mezcla de lechada mediante ensayos de prueba cuyos resultados se presentarán al Supervisor de Obra a fin de demostrar que la mezcla satisface los requerimientos de esta especificación.

6.4.3 Inyección

Se inyectará la lechada de modo tal que el espacio anular entre el revestimiento del túnel y el perfil de excavación se llene completamente a medida que se produzca el avance de la tuneladora, manteniendo la presión de la lechada hasta que se produzca el fraguado de la misma.



6.4.4 Prueba de lechada

- 1) Cada 400 m se harán cuatro perforaciones de control de la inyección del espacio anular en anillos continuos sobre la clave del túnel. El diámetro, la implantación y el método de sellado de las perforaciones serán sometidos, previamente, a la aprobación del Supervisor de Obra.
- 2) En caso de comprobarse la presencia de huecos, el Concesionario realizará las pruebas que resulten necesarias según los procedimientos aprobados y siguiendo las indicaciones del Supervisor de Obra a fin de verificar la necesidad de reinyección de los rellenos del espacio anular, lo que deberá ejecutar el Concesionario a su cargo y cuenta.

6.5 REGISTROS

El Concesionario deberá mantener registros completos de la lechada y remitir una copia al Supervisor de Obra sistemáticamente.

7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 05 Protección del medio ambiente, ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo, ET 07 Monitoreo, ET 16 Evacuación y depósito del material excavado, ET 28 Hormigón premoldeado.



ANEXO 06 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
6.31 Construcción y revestimiento de túneles
excavados con métodos convencionales



Índice

1	GENERALIDADES	5
1.1	ALCANCE	5
1.2	REQUERIMIENTOS GENERALES Y LEGALES	5
1.3	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR.....	7
1.3.1	Antes del inicio de las actividades.....	7
1.3.2	Durante la ejecución de las actividades.....	12
1.3.3	Al conclusión de las actividades.....	13
2	MEDIDAS DE SEGURIDAD	13
3	EJECUCIÓN	16
3.1	GENERALIDADES.....	16
3.2	PROCEDIMIENTOS	16
3.3	EXCAVACIÓN Y AVANCE - NIVELES DE ASENTAMIENTO DE REFERENCIA Y DE INTERVENCIÓN:.....	18
3.4	PROTECCIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA, REDES DE SERVICIOS, EDIFICIOS EXISTENTES, Y MONUMENTOS	19
3.5	TRABAJO CONTINUO	19
3.6	LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DEL FRENTE	20
3.7	MÉTODOS Y SECUENCIA DE EXCAVACIÓN.....	21
3.8	REQUERIMIENTOS PARTICULARES PARA INTERSECCIONES ENTRE CAVIDADES.....	22
3.9	SONDEOS EXPLORATORIOS Y PERFORACIONES ANTICIPADAS PARA DRENAJE DE AGUA SUBTERRÁNEA.....	23
4	TOLERANCIAS DE EXCAVACIÓN	23
4.1	GENERALIDADES.....	23
4.2	DESCRIPCIÓN	25
4.3	LOCALIZACIÓN Y GALIBO	25
5	VENTILACIÓN	27
5.1	GENERALIDADES.....	27
5.2	SUSTANCIAS NOCIVAS	28
5.3	POLVO	28
5.4	GASES PELIGROSOS	28
5.5	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	29
5.6	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA RESPIRACIÓN	29
6	INSTALACIONES DE SERVICIO	30
6.1	CABLES ELÉCTRICOS.....	30



6.2	ILUMINACIÓN	30
6.3	COMUNICACIONES	31
7	SOPORTE PRIMARIO.....	31
7.1	DEFINICIONES	31
7.2	REGISTROS.....	31
7.3	EQUIPAMIENTO Y PROVISIÓN DE MATERIALES	32
7.4	IMPLEMENTACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	32
7.5	HORMIGÓN PROYECTADO	33
7.6	PERNOS Y ANCLAJES DE ROCA	33
7.6.1	Definiciones	34
7.6.2	Requerimientos Generales.....	35
7.6.3	Materiales - Requerimientos Específicos.....	36
7.6.4	Instalación	39
7.6.5	Pruebas y Ensayos.....	45
7.6.6	Registros	49
7.7	ARCOS DE ACERO	50
7.7.1	Generalidades	50
7.7.2	Materiales	51
7.7.3	Instalación	51
7.7.4	Tolerancias	52
7.8	ELEMENTOS DE SOPORTE AL FRENTE	52
7.8.1	General	52
7.8.2	Materiales	53
7.8.3	Instalación	54
7.9	ARMADURAS DE ACERO	55
7.9.1	General.....	55
7.9.2	Malla soldada	55
7.9.3	Barras de Acero.....	56
8	SONDEOS, PERFORACIONES E INYECCIONES	57
8.1	GENERALIDADES.....	57
8.2	ALCANCE	57
8.3	PERFORADO	58
8.3.1	Definiciones y Aplicación.....	58
8.3.2	Equipos.....	59
8.3.3	Ejecución	62
8.3.4	Registros	66
8.4	INYECCIONES	67
8.4.1	Definiciones y Aplicación.....	67
8.4.2	Materiales para Inyecciones y Preparación de Mezclas.....	70
8.4.3	Inyecciones a Base de Cemento.....	71
8.4.4	Inyecciones a Base de Productos Químicos.....	73
8.4.5	Ensayo de los Trabajos	74
8.4.6	Equipos para Inyecciones	77



8.4.7	Ejecución de las inyecciones	80
8.4.8	Registros durante inyecciones	85
8.5	REPARACIONES Y LIMPIEZA.....	86
8.6	ENSAYOS DE AGUA A PRESIÓN.....	86
8.6.1	Procedimiento Regular	86
8.6.2	Procedimiento requerido para el relleno de discontinuidades del macizo	87



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para la ejecución de la ingeniería de detalle y de los trabajos de excavación subterránea, soporte temporal y revestimiento definitivo de cavidades, es decir, túneles, galerías y estaciones en caverna, que deban efectuarse en todo tipo de suelo o macizo rocoso presente en las obras incluidas en el Proyecto.

Las cláusulas y requerimientos establecidos en esta Especificación Técnica contemplan exclusivamente el método de excavación convencional, entendiéndose como éste al que se ejecuta a través del empleo de equipos y máquinas de excavación de corte parcial, como pueden ser, por ejemplo, retroexcavadoras, palas excavadoras, martillos hidráulicos o neumáticos, rozadoras (fresas puntuales) , etc.

Teniendo en cuenta que el Proyecto se encuentra en el medio ambiente urbano, el uso de excavación con explosivo no es recomendable y, en general, debe ser evitado.

En casos excepcionales, y para causas justificadas y documentadas, el Concesionario podrá proponer el uso de excavación con explosivo para la aprobación del Supervisor de Obra.

La propuesta del uso de excavación con explosivos por parte del Concesionario se presentará previa verificación por parte del mismo, de la compatibilidad de su uso, en el caso específico, con las Leyes peruanas nacionales y locales en tema de medio ambiente y seguridad, y cumpla con las exigencias más estrictas vigentes para estos elementos.

1.2 REQUERIMIENTOS GENERALES Y LEGALES

El Concesionario deberá excavar los túneles e instalar el sistema de soporte temporal conforme con la presente ET, la Ingeniería de Detalle y las Especificaciones Técnicas Detalladas presentadas por el Concesionario y aprobadas por el Supervisor de Obra.

Posteriormente el Concesionario deberá realizar el revestimiento definitivo, conforme con la ET 26 Concreto, la Ingeniería de Detalle y las Especificaciones Técnicas Detalladas presentadas por el Concesionario y aprobadas por el Supervisor de Obra.

Dichos trabajos deberán ser realizados dentro de los plazos previstos en el Cronograma General de Obra, utilizando equipos y métodos que eviten daños a las instalaciones y a los edificios existentes y al entorno de la excavación, contemplando los niveles de asentamiento / levantamiento / distorsión admisibles y con los niveles de intervención definidos por el Concesionario en su Propuesta técnica y detallados en los documentos de los Estudios Definitivos, es decir la Ingeniería Básica previa al comienzo de las Obras, y la Ingeniería de Detalle, presentados por el Concesionario y aprobados por el Supervisor de Obra de acuerdo con lo establecido en la ET 07 Monitoreo.

El Concesionario será el único responsable por el control de los asentamientos / levantamientos / distorsiones provocados por la obra y de todo daño causado por sus operaciones.



El Concesionario deberá atenerse a los requerimientos de esta Especificación Técnica, y al procedimiento y secuencia de excavación consignados en la Especificación Técnica Detallada y en los planos del diseño de la Ingeniería de Detalle presentados por el Concesionario de acuerdo con las Especificaciones Técnicas de este Pliego aprobados por el Supervisor de Obra, salvo indicaciones contrarias o requerimientos de modificación en obra, por parte de la Supervisión de Obra.

La excavación deberá ser llevada a cabo a través del empleo de equipos de perforación y de corte adecuados, tanto en términos de capacidad y rendimiento como en relación al estándar de seguridad.

Siempre que la Supervisión de Obra no apruebe el empleo de algún equipo del Concesionario, éste deberá ser reemplazado inmediatamente sin que esto sea reconocido como motivo de reclamos adicionales por parte del Concesionario.

Las áreas de excavación pequeñas podrán ser excavadas con herramientas de mano o neumáticas. Las máquinas de perforación y excavación deberán contar con palas y brazos de rigidez y configuración adecuados para realizar los movimientos necesarios para el perforado o la excavación de las diferentes secciones parciales de las cavidades subterráneas.

El equipamiento de transporte y descarga de rezaga deberá hacer posible la rápida remoción del material del frente de excavación. El Concesionario deberá proveer suficientes medios de carga y transporte para que en ningún momento se produzcan acumulaciones de rezaga en cualquiera de las cavidades subterráneas.

El equipamiento para el perforado y la excavación deberá ser alimentado ya sea eléctricamente, por medio de aire comprimido, o motores Diesel. Éstos deberán estar provistos de filtros para el tratamiento de los gases de escape. No podrán ser empleados en excavaciones subterráneas equipos que empleen gasolina.

Antes del inicio de cualquier actividad de excavación y cada vez que se presenten cambios sustanciales en las condiciones del terreno que lo requieran, el Concesionario deberá proponer a la Supervisión de Obra un método y secuencia de excavación específicos apropiados para las condiciones particulares reinantes, de modo que se minimice el deterioro y la relajación del subsuelo, se restrinja los asentamientos en superficie, la sobreexcavación y evitar con ello consecuencias desfavorables en términos de estabilidad de la cavidad y de sobrecarga del sistema de soporte primario.

Todos los trabajos asociados a actividades de excavación e instalación de elementos de soporte primario deberán ser ejecutados en forma compatible con los requerimientos de seguridad e higiene industrial especificados en la ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo.

El concesionario garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en subterráneo realizados con métodos convencionales utilizando personal que tenga amplia experiencia documentada en trabajos similares.



1.3 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

1.3.1 Antes del inicio de las actividades

1. Como mínimo 45 días antes del inicio de la excavación en cualquier sector de la obra subterránea a excavar con métodos convencionales, el Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra, para su aprobación los documentos de la Ingeniería de Detalle cumpliendo con los requerimientos detallados en los ítems a seguir de la presente Especificación Técnica.
2. La Ingeniería de Detalle para excavaciones subterráneas con métodos convencionales presentada por el Concesionario deberá ser consistente con la presente ET, con los Estudios de Ingeniería en la fase 1 del Concesionario y con cualquier otro detalle requerido por la Supervisión de Obra.

Deberá contener los siguientes elementos:

- Definición de las clases geotécnicas previstas en cada sector de obra, en la base a los datos geotécnicos resultantes de las investigaciones ejecutadas formando parte de este Pliego, integrados por los datos geotécnicos resultantes de las investigaciones geognósticas complementarias realizadas por el Concesionario en la fase de los Estudios de Ingeniería de Detalle en la fase 1.
- Para cada túnel particular y para cada sector en que, según el diseño, se proponen métodos de excavación distintos, la definición de la clase geotécnica prevista a lo largo de la excavación y las medidas de soporte previstas como complemento del esquema de soporte predeterminado asociado a la clase geotécnica prevista.
- Para cada esquema de soporte predeterminado, definición detallada de los soportes primarios previstos, de los detalles de los métodos y secuencias de excavación, así como su memoria de cálculo, y evaluación de los asentamientos en superficie, y el cumplimiento con los niveles de asentamiento / levantamiento / distorsión admisibles y con los niveles de intervención definidos para el Concesionario y aprobados por el Supervisor de Obra conforme a la ET 07 Monitoreo.
- El Concesionario deberá tratar temas como la necesidad de medidas anticipadas de drenaje o acondicionamiento del macizo en el frente de excavación, la ejecución de perforaciones de exploración y la ejecución de las actividades típicas de excavación y de instalación de elementos de soporte primario, detalles acerca del manejo y la evacuación de aguas subterráneas, en particular en caso de caudales elevados no previstos.
- Planificación detallada de los ciclos de excavación y soporte para los diferentes esquemas de soporte predeterminados para cada túnel particular y para cada sector, asociados a las condiciones geotécnicas previstas y al diagrama resultante del tipo de espacio-tiempo, llamado en francés "chemin de fer".
- Un completo detalle de todos los equipos de perforación, excavación, carga, transporte y movimiento de rezaga en general propuestos, incluyendo especificaciones e instrucciones de los fabricantes, de manera que se pruebe la adecuación, suficiencia y



durabilidad de éstos en función de las características y plazos de obra del presente contrato.

- Detalle del sistema de control que empleará el Concesionario y un organigrama del personal en general. Asimismo, el detalle del sistema de trabajo y turnos propuesto.
 - Detalles sobre la calificación del personal de control propuesto, así como programas de entrenamiento previstos durante la construcción para mantener y mejorar la calificación;
 - Un programa detallado de medidas de seguridad e higiene en el trabajo que se adoptarán de acuerdo a la ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo de este Pliego y a las normas de seguridad e higiene en el trabajo en vigencia.
 - Un programa detallado de medidas necesarias para reducir los impactos ambientales que se adoptarán de acuerdo a la ET 05 Protección del medio ambiente de este Pliego y a las normas ambientales en vigencia.
 - Un informe de evaluación de todos los posibles riesgos durante la construcción, una propuesta de mitigación y un plan de alarma, todo esto preparado conforme a lo requerido en los puntos (7) y (8) siguientes.
 - Los valores de asentamiento-levantamiento-distorsión admisibles a lo largo de los túneles durante la operación de excavación, y los procedimientos de emergencia que se aplicarán en el caso de que el monitoreo y los informes de mediciones en campo indiquen que se alcanzó el Nivel de advertencia / Nivel de alarma de acuerdo con lo indicado en la ET 07 "Monitoreo".
 - La propuesta detallada del Concesionario para la protección de las instalaciones de infraestructura existentes. Si no se eligiera protección alguna, indicarlo. Cada esquema de protección de instalaciones existentes contendrá lo siguiente:
 - a) Método de protección propuesto para evitar alcanzar el primer nivel de intervención especificado.
 - b) Detalles de diseño específicos del tratamiento de protección, por ejemplo mezclas de mortero, presiones de aplicación del mortero, ubicación de las áreas de puesta a punto de métodos y dosajes, etc.
 - Las presentaciones de la Ingeniería de Detalle referidos al revestimiento para sostén y aislamiento del suelo definitivo, al Supervisor de Obra para su aprobación, de acuerdo con la ET 26 Concreto.
3. En base a los planos y especificaciones de detalle, el Concesionario deberá programar ciclos de excavación y soporte típicos para cada cavidad y condición geotécnica, de modo tal que esté en condiciones de elaborar un programa para la obra en general, a través del cual quede justificado el plazo de obra requerido. Este programa deberá ser aprobado por la Supervisión de Obra con anticipación al inicio de las actividades de construcción en la obra subterránea. A lo largo de la obra, el programa deberá ser adaptado y actualizado permanentemente y ser entregado a la Supervisión de Obra al menos cada 15 días, como también siempre que ésta lo requiera.



4. Antes de depositar cualquier material de excavación, el Concesionario deberá presentar a la Supervisión de Obra un detalle ilustrado de las áreas e instalaciones propuestas, describiendo y justificando los métodos de trabajo, la estabilidad y el drenaje temporal que empleará para su instalación, operación, mantenimiento y remoción. Adicionalmente, el Concesionario deberá identificar y gestionar todos los permisos necesarios para el almacenamiento de estos materiales, proveyendo copias de los mismos a la Supervisión de Obra antes del inicio de las operaciones pertinentes en acuerdo con la ET 16 Evacuación y transporte del material excavado.
5. La demolición de restos de estructuras se deberá realizar de acuerdo a una metodología a ser convenida con la Supervisión de Obra de acuerdo con la ET 10 Demoliciones.
6. Siempre que el Concesionario requiera ejecutar trabajos temporales o adicionales no previstos, deberá remitir a la Supervisión de Obra para su aprobación un diseño completo de los trabajos y medidas de estabilización con un mínimo de treinta (30) días de anticipación a su inicio. La aprobación de la Supervisión de Obra no librará al Concesionario de las responsabilidades contractuales que éste tiene. Ningún trabajo de este tipo podrá ser iniciado sin que medie la aprobación, en el correspondiente plazo, de la Supervisión de Obra.
7. 45 días antes de comenzar con la excavación y de acuerdo a lo citado en el punto (2) del presente ítem, el Concesionario deberá presentar a la Supervisión de Obra un "Informe de evaluación de riesgos" cubriendo todos los riesgos de construcción relativos a los métodos de excavación propuestos. Este informe deberá analizar en forma independiente todo posible riesgo relacionado con la excavación e instalación del soporte, con las medidas para evitar la ocurrencia de deformaciones no compatibles con los edificios u otra estructura existentes, con eventos de ingreso repentino de grandes caudales de agua durante la excavación o de encuentro de agua subterránea a presiones elevadas, con fallas del sistema de bombeo y con cualquier otro tipo de evento similar. Para cada posible riesgo identificado, el Concesionario deberá proponer y describir medidas de prevención y de mitigación.
8. Conjuntamente con el "Informe de evaluación de riesgos", 45 días antes de comenzar con la excavación y de acuerdo a lo citado en el punto (2), el Concesionario deberá elaborar y proponer a la Supervisión de Obra para su aprobación un "Plan de Seguridad de excavación con métodos convencionales", el que deberá incorporar todos los requerimientos y directivas de la Supervisión de Obra. Siempre que determinados requerimientos de la Supervisión de Obra no puedan ser cumplidos por motivos justificados, el Concesionario deberá incluir esta justificación dentro del plan. Uno de los componentes del Plan de Seguridad de Obra será el "Plan de Alarma". Éste deberá contener una descripción metodológica y secuencial de todas las acciones de emergencia que se adoptarán en caso de producirse algún evento de riesgo. Se deberán considerar, en particular, las vías de transmisión de información entre las partes presentes en la obra y las responsabilidades de cada una de éstas en la ejecución de las acciones de mitigación, y las acciones de mitigación previstas.

El Plan de Alarma deberá incorporar al menos:



- Un registro de teléfonos de instituciones públicas o privadas a ser contactadas en caso de emergencia. El mismo deberá ser distribuido en obra y ser conocido por las personas que ocupan cargos de responsabilidad.
- Un esquema de seguridad, en particular aplicable a cada sector principal de la obra, que ilustre la obra con sus accesos, la ubicación de las oficinas de la Supervisión de Obra y del Concesionario, el sistema de llaves empleado, la localización de las unidades sanitarias, los puntos de alimentación de tensión de emergencia, etc.
- Un análisis de las situaciones de peligro posibles en obra, con propuesta de vías de transmisión de información, acciones de mitigaciones previstas, etc. La presentación de los riesgos y de las acciones de mitigación a ser tomadas deberán ser descritas en forma clara y esquemática de manera que permita una comprensión inmediata.
- La organización de un sistema de guardia permanente en obra y de personal "en espera" cercana a la obra en cualquier evento de interrupción de actividad planeado o circunstancial, con descripción de la categoría y responsabilidad de cada persona de guardia y del equipo "en espera", teléfonos de estos últimos, etc.

Todas las entregas mencionadas deberán ser remitidas a la Supervisión de Obra con suficiente anticipación respecto de los trabajos correspondientes o bien en las fechas mutuamente acordadas.

1.3.1.1 Soportes

Adicionalmente a los documentos detallados en el párrafo anterior, antes del inicio de los trabajos de construcción subterránea el Concesionario deberá presentar para la aprobación por parte de la Supervisión de Obra, un programa completo de ensayo de los materiales componentes de los elementos de soporte, de control de calidad de éstos en la obra y de cualquier otro ensayo de aptitud, aceptación y funcionamiento de cada uno de los elementos de soporte previsto en los planos de detalle del proyecto y en la presente especificación.

El Concesionario deberá presentar certificados de calidad de los fabricantes de todo elemento de soporte previsto, los que certifiquen que los materiales empleados cumplen con los requisitos de la presente especificación, y de la especificación de detalle presentada por el Supervisor de Obra.

El Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra una descripción del método de instalación de cada elemento de soporte que él mismo decida emplear. Para cualquier elemento de soporte adicional propuesto, se deberán incluir especificaciones técnicas para instalación y ensayo de los mismos.

Todos los documentos mencionados en los puntos anteriores deberán ser entregados a la Supervisión de Obra con suficiente anticipación a la ejecución del inicio de las obras en que se emplearán o bien en las fechas mutuamente convenidas con la Supervisión de Obra.

1.3.1.2 Pernos y anclajes de roca



El Concesionario deberá presentar a la Supervisión de Obra para su aprobación un Informe de Métodos detallado, conteniendo como mínimo la descripción de los siguientes aspectos, aunque no limitándose a ellos en forma exclusiva:

- Información detallada de los materiales y equipamiento que se emplearán, incluyendo todas las especificaciones de fábrica y certificaciones de ensayos;
- Método de instalación de todos los tipos de pernos y anclajes de roca previstos, así como de los materiales de inyección o cementación asociados;
- Descripción sobre la metodología de instalación de pernos o anclajes de roca en cualquier posición de los túneles o de las estaciones en caverna;
- Detalle de los equipos que se emplearán para ensayar los pernos y anclajes de roca;
- Programa de ensayos en función de lo requerido en el ítem 8.7.5 de este capítulo y descripción de su ejecución y presentación de los resultados en un formato convenido con la Supervisión de Obra y en copia magnética;
- Coordinación del programa de ensayos con las actividades de obra;
- Información detallada sobre la implementación y ejecución del plan de seguridad.

1.3.1.3 Arcos de acero

Antes de comenzar con los trabajos de excavación y de acuerdo a lo indicado en el ítem 1.3.1, el Concesionario deberá presentar lo siguiente:

- Detalles completos de fabricación de los arcos metálicos;
- Procedimiento y disposición de instalación;
- Detalles de juntas, conexiones, espaciadores, geometría, etc.;
- Certificados de calidad de los materiales empleados.

1.3.1.4 Sondeos, perforaciones e inyecciones

Antes de que el Concesionario inicie alguna actividad de sondeo exploratorio en el frente deberá remitir a la Supervisión de Obra, para su aprobación, una descripción que contenga información sobre la longitud de los sondeos, el tipo de sondeo previsto, el método de perforación sugerido, así como sobre los equipos y dispositivos auxiliares propuestos. Se requiere que el Concesionario dé aviso a la Supervisión de Obra sobre la ejecución de cualquier sondeo exploratorio con una anticipación de, por lo menos, 24 horas.

Para toda actividad de inyección de relleno del subsuelo el Concesionario deberá proveer a la Supervisión de Obra, para su aprobación, una descripción metodológica exhaustiva de todas las operaciones previstas, la que deberá incluir, como mínimo, la metodología de trabajo, el objetivo perseguido en términos de relleno, los medios y equipos de trabajo y de control previstos, la secuencia detallada de los trabajos, el personal asignado, los materiales que se emplearán, alternativas previstas, como asimismo, los ensayos que se llevarán a cabo para verificar la eficiencia del trabajo. En particular, la descripción metodológica deberá hacer referencia a los siguientes aspectos:



- Materiales de inyección
- Disposición de perforaciones para inyección
- Presiones de inyección
- Equipos y plantas auxiliares
- Métodos y objetivos de ensayos
- Experiencia del Concesionario

Con relación a los materiales que se prevén para las inyecciones, el Concesionario deberá especificar, en función de los requerimientos contenidos en los planos del proyecto, los valores mínimos que intenta alcanzar para los parámetros listados a continuación, para cuya verificación en terreno deberá proponer los ensayos correspondientes:

- Resistencia
- Relación agua cemento o relación de mezcla en general
- Viscosidad
- Exudación
- Peso específico
- Tiempo de fraguado

1.3.2 Durante la ejecución de las actividades

1. El Concesionario deberá entregar al Supervisor de Obra todos los resultados de las pruebas realizadas durante la ejecución de los trabajos de excavación subterránea realizadas de acuerdo con la presente Especificación Técnica, con las Especificaciones Técnicas detalladas presentadas por el Concesionario mismo, o con otros pedidos del Supervisor de Obra.
2. El Concesionario deberá entregar al Supervisor de Obra todos los registros conforme a los ítems 7.2, 7.6.6, 9.3.4 de la presente ET.
3. Informes de mediciones en campo de acuerdo con la ET 07 "Monitoreo" de este Pliego.
4. El Concesionario deberá entregar al Supervisor de Obra los levantamientos geológico-geotécnicos de los frentes de excavación, conforme al ítem 3.4 de la presente Especificación, cada semana durante la reunión semanal o en cualquier otro momento según solicitud del Supervisor de Obra. Adicionalmente, el Concesionario deberá entregar al Supervisor de Obra los informes mensuales antes del 5 de cada mes, con respecto al mes anterior, conteniendo los levantamientos geológico-geotécnicos de los frentes de excavación realizados en el mes, los acontecimientos extraordinarios y las respectivas soluciones adoptadas.
5. El Concesionario deberá entregar al Supervisor de Obra los informes mensuales de los levantamientos topográficos con datos de localización del eje del túnel y perfiles transversales de excavación conforme al Capítulo 4 de esta ET.



6. En caso de que durante las actividades de excavación se encuentren materiales peligrosos, el Concesionario deberá dar aviso inmediato a la Supervisión de Obra y tratar los mismos de acuerdo a la legislación vigente en el país.

1.3.3 A la conclusión de las actividades

A la conclusión de las actividades el Concesionario deberá entregar al Supervisor de Obra:

1. Los planos tal como se construyó, enfocando los requerimientos obtenidos, junto con el Informe de resumen de los resultados de las pruebas realizadas durante la ejecución de los trabajos de excavación subterránea realizadas de acuerdo con la presente Especificación Técnica, con las Especificaciones Técnicas detalladas presentadas por el Concesionario mismo, o con otros pedidos del Supervisor de Obra.
2. El Informe de resumen de mediciones en campo de acuerdo con la ET 07 "Monitoreo" de este Pliego.
3. El Informe final de los levantamientos geológico-geotécnicos incluyendo una vista de las paredes de la excavación, y de los frentes de excavación, los acontecimientos extraordinarios y las respectivas soluciones adoptadas.
4. El informes final de los levantamientos topográficos con datos de localización del eje del túnel y perfiles transversales de excavación conforme al Capítulo 4 de esta ET.
5. Manual de utilización, inspección y mantenimiento de las estructuras.

Este manual debe contener, clara y sucintamente, los elementos básicos para el mantenimiento preventivo de las estructuras, y la periodicidad del mismo en el tiempo.

Debe, de forma similar, establecer el intervalo de tiempo entre las inspecciones y el monitoreo a que debe someterse la estructura, de modo que se garantice la vida útil requerida para el proyecto, definida en el punto 17.5.1 "Vida de Diseño y Vida Residual de Diseño" de la ET 01 Especificaciones técnicas prestacionales.

2 MEDIDAS DE SEGURIDAD

1. El Concesionario deberá asegurarse que todos los trabajos se ejecuten con estricta observancia de las regulaciones y requerimientos que reglamentan la seguridad en actividades subterráneas, de la ET 05 Protección del medio ambiente, de la ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo, del proyecto y de cualquier otro programa de prevención y seguridad establecido para la presente obra por parte del Concesionario en la fase de Estudio Definitivo o por el Concedente.
2. Durante el plazo completo de la obra el Concesionario será responsable de la seguridad y estabilidad de todas las excavaciones subterráneas parte del presente contrato. A tal efecto, el Concesionario deberá proveer a tiempo completo todas las medidas necesarias, incluyendo la provisión y la instalación de soportes, la captación y drenaje de aguas subterráneas, la consolidación o impermeabilización del macizo, así como cualquier otra actividad que se requiera para dar cumplimiento a este requisito.



3. A lo largo del periodo completo de la obra el Concesionario deberá proveer y mantener todas las medidas de protección y seguridad que sean necesarias para garantizar la protección y salud del personal de obra, las que, además, deberán cumplir con todas las reglamentaciones de salud y seguridad vigentes para este contrato.
4. Será responsabilidad del Concesionario asegurar que su personal de supervisión de obras subterráneas esté debidamente calificado y entrenado para ejercer las funciones a las que está destinado, sin que, debido a su función, se generen situaciones de riesgo para el personal de obra y el personal externo.
5. Se requiere que el Concesionario implemente un programa de entrenamiento para todo el personal, tanto el de planta propio, como cualquier otro personal de obra que trabaje permanentemente o temporalmente en la obra. Este programa deberá ser convenido con la Supervisión de Obra y cumplir con todas las reglamentaciones vigentes. El Concesionario deberá mantener registros para la presentación ante la Supervisión de Obra de toda actividad, parte del programa de entrenamiento, que haya efectuado.
6. Todo elemento de soporte de la excavación deberá ser instalado y examinado por personal debidamente entrenado. En todo momento, el Concesionario deberá mantener en obra personal que esté entrenado en el uso de equipos de monitoreo y de rescate.
7. Las excavaciones subterráneas de la obra deberán ser ejecutadas de forma tal que actividades en un frente de excavación nunca puedan poner en peligro la estabilidad de otros sectores o frentes de excavación de la obra. Será exclusiva responsabilidad del Concesionario programar sus actividades de tal manera que cumpla con este requisito.
8. Siempre que se ejecuten trabajos de soldadura o cualquier otro trabajo que genere elevadas temperaturas deberán implementarse estrictas medidas de seguridad para prevenir la generación y dispersión de incendios. Con excepción de soldadura de acetileno o eléctrica, no se permitirá el empleo de cualquier otro trabajo de llama abierta. Soldaduras, como las permitidas, deberán ser ejecutadas en sitios específicamente previstos para ello, los que deberán quedar aislados por medio de paneles protectores. Después del término de una actividad de soldadura, las botellas de acetileno deberán ser inmediatamente retiradas de la obra subterránea. En caso que estas botellas sean de uso continuo en obra, el Concesionario deberá proveer un sitio especial para su almacenamiento, el que deberá quedar aprobado por la Supervisión de Obra.
9. Con una frecuencia mínima de una (1) vez por semana y a través de personal de seguridad experimentado, el Concesionario deberá implementar una exhaustiva inspección de los sitios de excavación subterráneos, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las reglamentaciones y para implementar todas aquellas medidas para la garantía y el mantenimiento de la seguridad de nuevas excavaciones en curso. La inspección deberá poder desarrollarse sin ningún tipo de restricción de acceso a todos los frentes de trabajo, siendo por lo tanto necesario, que el Concesionario provea iluminación y medios de acceso apropiados. Después de cada inspección el Concesionario deberá confeccionar un protocolo, del cual la Supervisión de Obra deberá recibir una copia.
10. En todo momento durante las actividades de excavación y de soporte primario el Concesionario deberá realizar y mantener la obra subterránea limpia de materiales sueltos,



escombros, restos de materiales de soporte y acumulaciones de agua de obra o subterránea, para evitar que se produzcan accidentes que involucren al personal o a los equipos de obra. Aun cuando actividades de remoción de cuñas de roca inestables implique el no-cumplimiento de las tolerancias de excavación, será responsabilidad del Concesionario el retiro de éstas para evitar accidentes. Al Concesionario no se le será reconocido ningún tipo de gastos en concepto de actividades de este tipo.

11. Los elementos de soporte detallados en la Ingeniería de Detalle presentada por el Concesionario y aprobada por el Supervisor de Obra son considerados adecuados en términos de resistencia estructural y de estabilidad general de la cavidad en las condiciones de subsuelo que determinan las diferentes clases geotécnicas previstas. No obstante ello, será responsabilidad del Concesionario la instalación de cualquier elemento de soporte adicional o auxiliar necesario para limitar asentamientos en superficie, prevenir sobreexcavaciones, u otros eventos desestabilizantes no deseados durante la excavación.
12. El Concesionario deberá realizar una inspección periódica de las paredes laterales y la clave de la cavidad ya previstas del sistema de soporte primario, para detectar posibles señales de roturas, sobrecargas o indicaciones de inestabilidad de elementos de soporte. Será su función la de analizar estas indicaciones en conjunto con la Supervisión de Obra, relacionándolas e interpretándolas con los resultados del monitoreo geotécnico disponibles.
13. La excavación, ejecución de perforaciones, (por ejemplo para la colocación de drenajes, pernos y otros elementos de soporte al frente) y aplicación de hormigón proyectado deberán ejecutarse mediante métodos y con equipamiento adecuado, para prevenir la generación excesiva de polvo, humo, vapores, gases, fibras, nieblas, brumas u otras condiciones atmosféricas contaminantes y reductoras de la seguridad en obra.
14. Después de completarse la excavación de cada módulo de avance parcial y siempre que se excaven sectores de macizo secos, será necesario humedecer los escombros para evitar la generación de polvo durante su manejo y transporte.
15. Durante la actividad de excavación el Concesionario será responsable de que la concentración de sustancias nocivas en la atmósfera de la cavidad permanezca por debajo de los niveles admisibles establecidos por las legislaciones vigentes de salud y seguridad de trabajo en obras subterráneas. El Concesionario deberá disponer en obra un sistema de ventilación forzado. Con anticipación suficiente al inicio de excavación o a una necesidad de adaptación sobre el avance de las excavaciones, el Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra para su aprobación un diseño exhaustivo del sistema de ventilación previsto, así como de toda medida de control y monitoreo asociada.
16. El Concesionario deberá proveer iluminación apropiada en cada frente de excavación subterráneo a través de una cantidad suficiente de lámparas eléctricas de intensidad apropiada para lograr un desarrollo seguro de todas las actividades de excavación y soporte. De ser requerido por la Supervisión de Obra, el Concesionario deberá instalar, a su cargo, luminarias adicionales en donde le sea indicado.
17. En cada frente de excavación subterráneo el Concesionario deberá proveer un equipo de comunicación telefónica o de radio para mantener un contacto permanente con las oficinas de la Supervisión de Obra.



18. Para el plan de seguridad y para cada frente de excavación de la obra subterránea el Concesionario deberá designar un responsable de seguridad.

3 EJECUCIÓN

3.1 GENERALIDADES

Las cavidades subterráneas deberán ser excavadas con los anchos, longitudes, radios y profundidades que se especifiquen en los planos de detalle aprobados. Las líneas de excavación ilustradas en éstos representarán los límites teóricos mínimos de la excavación, no considerando ningún tipo de tolerancia para absorción de deformaciones de las cavidades, imprecisiones de la construcción o sobreexcavaciones de tipo geológico. En el capítulo 4 de las presentes especificaciones se detalla de qué manera habrán de ser contempladas las tolerancias citadas. Las excavaciones deberán ser ejecutadas de manera controlada, debiéndose evitar la generación de sobreexcavaciones y obtener geometrías de excavación lo más similares posible a las teóricas para limitar los asentamientos en superficie. No se admitirá que ningún vértice o sector de macizo sobrepase la línea teórica de excavación especificada, excepto en casos muy puntuales en las soleras, como se establece más adelante en el capítulo 4. Será responsabilidad del Concesionario implementar en forma sistemática un control de la sección transversal de cavidades subterráneas simultáneamente con el avance de la excavación.

3.2 PROCEDIMIENTOS

1. Las actividades y secuencia de excavación deberán adaptarse a las condiciones del macizo rocoso o del suelo, reinantes. Cuando deban excavar sectores geotécnicamente desfavorables, el Concesionario deberá proponer a la Supervisión de Obra métodos y procedimientos particulares de excavación y soporte mediante los que él estima se podrán garantizar los requerimientos de estabilización del macizo y seguridad de obra, con el mínimo de relajación del macizo y sobreexcavación, asimismo sin perjudicar el soporte primario ya instalado en las secciones previas, y sin generar asentamientos en superficie más allá de los límites definidos en la Ingeniería de Detalle de acuerdo con esta Especificación Técnica y con la ET 07 "Monitoreo".
2. Sobre-excavación es el espacio que se genera cuando se desprende o se excava en exceso material del subsuelo más allá del perfil teórico de excavación, ampliado en las tolerancias de excavación. La ocurrencia de la sobre-excavación se puede deber a una ejecución inadecuada de la excavación, a la falta de previsión de medios de soporte anticipados en el frente de excavación o, excepcionalmente, a la existencia de condiciones del terreno tales que, aun habiéndose tomado todas las precauciones razonables, no pudieron ser evitados desprendimientos de material por encima del perfil deseado.
3. El Concesionario deberá extremar los cuidados durante la excavación evitando sobre-excavaciones. No será admisible que el Concesionario excave en subterráneo con excavación en exceso sobre la tolerancia de excavación prevista, en forma sistemática. El Concesionario deberá emplear equipos y técnicas de excavación adecuados para evitar este tipo de situaciones. Deberá, ante todo, considerar alternativas de excavación tales



como subdividir los sectores de avance (sección superior e inferior) en secciones de excavación parciales, las que, después de su excavación, deberán ser revestidas inmediatamente con sello de hormigón proyectado. En particular, siempre que se origine la posibilidad de una excavación en exceso por la existencia de agua subterránea, el Concesionario deberá proveer medidas de drenaje anticipadas en el frente para evitar la pérdida de estabilidad del macizo por la acción del agua. La Supervisión de Obra podrá requerir del Concesionario que implemente medidas de drenaje.

4. Siempre que ocurra una sobreexcavación o desprendimiento del macizo más allá de los límites de excavación establecidos, se requiere que el Concesionario efectúe, inmediatamente después de haber aplicado una capa de sello de hormigón proyectado y antes de la proyección de capas adicionales de este material, la medida del volumen en cuestión. El Concesionario deberá dar aviso a un representante de la Supervisión de Obra para que presencie y valide la toma de medida. La toma de medida de ninguna forma deberá retrasar u obstaculizar actividades de soporte que se requieren para estabilizar el macizo en caso de precariedad de equilibrio. A su vez, la Supervisión de Obra deberá ser informada por escrito en forma completa sobre el transcurso de los hechos que llevaron a la sobreexcavación o desprendimiento, sobre su envergadura, el sitio en que ocurrió, medidas de Auscultación en superficie, así como cualquier otra circunstancia de relevancia. Los sectores de macizo expuestos deberán ser estabilizados lo más rápido posible para evitar que la relajación y deterioro del macizo avance.
5. En general, las sobreexcavaciones deberán ser rellenadas mediante hormigón proyectado hasta la línea interior del soporte.
6. Siempre que el cumplimiento de las medidas previamente descritas o cualquier otra apropiada para combatir excesos de excavación o desmoronamiento del suelo no resulten efectivas, el Concesionario deberá implementar medidas de soporte anticipadas en el frente de excavación. Se trata, en particular, de la instalación de elementos de soporte al frente, de la ejecución de inyecciones anticipadas de consolidación del terreno o de medidas de drenaje de agua subterránea. En casos particulares, en que la mala calidad del subsuelo o la influencia negativa del agua sobre la estabilidad del mismo sea de gran envergadura y extensión a lo largo del eje de la cavidad, la Supervisión de Obra podrá requerir la instalación de un paraguas protector de tubos de acero inyectados con mortero o lechada de cemento de hasta 30 metros de longitud.
7. Será la responsabilidad del Concesionario la de comunicar a la Supervisión de Obra la necesidad o conveniencia de la instalación de elementos anticipados de protección del frente de excavación, como se cita en el ítem precedente. La Supervisión de Obra deberá aprobar tanto la instalación de estos elementos, como también el sistema propuesto, las dimensiones, cantidad y forma de instalación e inyección. Sin perjuicio de esta aprobación, el Concesionario será responsable por la seguridad de la obra y del personal, y la estabilidad del frente de excavación.
8. El Concesionario será responsable de implementar cualquier medida de precaución o estabilización tendiente a evitar el ablandamiento o relajación del macizo excavado. Cualquier superficie de excavación que muestre señales de deterioro deberá ser sellada con hormigón proyectado inmediatamente después de o simultáneamente con la



excavación, a satisfacción de la Supervisión de Obra. Todo material de subsuelo deteriorado deberá ser removido y reemplazado con hormigón proyectado o con cualquier otro material de relleno o soporte autorizado por la Supervisión de Obra antes de continuar con el avance de la excavación.

9. Siempre que el macizo rocoso sea de mala calidad, las superficies de excavación horizontales que son transitadas por equipos de obra deberán ser convenientemente protegidas a través de rellenos de escombros, de material rocoso de buena calidad u otro material aprobado por la Supervisión de Obra.
10. Una vez completada la excavación de una estructura particular o sector de cavidad subterránea en que la solera curva se instale diferida en el tiempo, el Concesionario deberá proteger el piso de excavación a satisfacción de la Supervisión de Obra. Este requerimiento es aplicable a todo sector en que se desarrolle tránsito de equipos de obra. Asimismo, el Concesionario deberá instalar un sistema de drenaje temporal que garantice la evacuación de las aguas subterráneas, sin que se produzcan acumulaciones de ésta.
11. La excavación de sectores de solera curva de túneles, nichos y galerías deberá ser ejecutada con la precaución respectiva para no poner en peligro la estabilidad de sectores de cavidad ya excavados y provistos de soporte.

3.3 EXCAVACIÓN Y AVANCE - NIVELES DE ASENTAMIENTO DE REFERENCIA Y DE INTERVENCIÓN:

El Concesionario es el único responsable por las afectaciones de cualquier tipo que puedan generar los asentamientos-levantamientos-distorsiones (movimientos diferenciales) que produzca la ejecución de la obra en bienes de superficie y estructuras enterradas del Concedente o de terceros.

En cada lugar del trazado, el asentamiento-levantamiento-distorsión admisible será el establecido para el Concesionario y aprobado por el Supervisor de Obra, de acuerdo con los criterios que se encuentran en el capítulo 4 de la ET 07 Monitoreo. Esos serán los valores de referencia que deberán cumplirse durante la excavación de los túneles, siempre que durante los trabajos no aparezcan daños evidentes, en cuyo caso, deberán reducirse a niveles compatibles con la preservación de los bienes existentes.

El Concesionario presentará en su propuesta y detallará en sus Estudios Definitivos de Auscultación, los procedimientos de emergencia que se aplicarán en el caso de que el monitoreo y los informes de mediciones en campo indiquen que se alcanzó el Nivel de advertencia / Nivel de alarma.

De acuerdo con los procedimientos de emergencia presentados por el Concesionario y aprobados por el Supervisor de Obra se realizará la construcción de los túneles incluyendo, si fuera necesario, tratamientos de mejora de los suelos realizados a partir de la cavidad excavada indicadas en el Capítulo 8 de la presente ET, u de la superficie según lo indicado en la ET 18 Mejoramiento del suelo, o según otros procedimientos aprobados para el Supervisor de Obra. También podrán utilizarse productos acondicionantes apropiados, y aprobados por el Supervisor de Obra, para el frente de excavación, que permitan reducir al mínimo el movimiento del suelo al paso del equipo de excavación, y ayuden a controlar la estabilidad del



suelo circundante y de la capa de agua, reduciendo al mínimo los asentamientos en la superficie y en las estructuras y servicios existentes, para todas las condiciones del suelo que deban enfrentarse.

El Concesionario tendrá a su cargo todos los costos de reparaciones y reemplazos en caso de daños a bienes preexistentes.

3.4 PROTECCIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA, REDES DE SERVICIOS, EDIFICIOS EXISTENTES, Y MONUMENTOS

El Concesionario deberá entregar en su propuesta el listado de los valores de referencia de asentamiento-levantamiento-distorsión admisibles para las obras de infraestructura existentes, las obras de la infraestructura en construcción, las redes de servicios, los edificios existentes, los monumentos arqueológicos y del patrimonio histórico cruzados y las medidas que permitirán controlar los niveles de asentamiento-levantamiento-distorsión durante la construcción.

El Concesionario propondrá en su propuesta cuáles de las obras de infraestructura existentes (carreteras, vías y viaductos de ferrocarriles u otros), obras de la infraestructura en construcción, redes de servicios (agua potable, alcantarillado, eléctricas, telefónicas y de comunicaciones en general, u otros), edificios existentes, monumentos arqueológicos y del patrimonio histórico requerirán tratamientos de protección durante la operación de excavación. La protección podrá efectuarse por medio alguna de las modificaciones del suelo realizadas a partir de la cavidad excavada indicadas en el Capítulo 8 de la presente ET, o de la superficie según lo indicado en la ET 18 Mejoramiento del suelo, o según otros procedimientos aprobados por el Supervisor de Obra. También podrá disponerse protección de una estructura o servicio existente sosteniéndola con una estructura especialmente diseñada para ese fin, que deberá contar con la aprobación de Supervisor de Obra y del Responsable de las Instalaciones.

Para las redes de servicios cruzados los valores de referencia de asentamiento-levantamiento-distorsión, y los tratamientos de protección contenidos en la propuesta deberán ser integrados con en el proyecto de reubicación, donde corresponde, y ser confirmados por los propietarios y/o los gestores del servicio con opinión previa y por escrito. Para más detalles, consulte la ET 33 "Protección y reubicación de los servicios existentes".

3.5 TRABAJO CONTINUO

Para garantizar suficiente seguridad durante las obras de excavación y soporte se requiere la implementación de una actividad de excavación continua, vale decir, sin interrupciones nocturnas o durante fines de semana y feriados, excepto que por razones aprobadas por la Supervisión de Obra o por motivos de fuerza mayor u otras razones legales de limitación de horarios de trabajo esto no sea posible.

En caso que el cronograma de trabajo del Concesionario y su metodología de construcción lo permitan, se aceptarían interrupciones de la actividad durante fines de semana o feriados, siempre que el Concesionario garantice la estabilidad de los frentes de excavación, como de cualquier otro sector de obra en que se ejecuten obras. En estos casos, el Concesionario deberá presentar con la anticipación suficiente a la Supervisión de Obra para su aprobación.



una propuesta de soporte de las áreas de excavación y trabajo que garantice su estabilidad durante el plazo de cierre de obra. Se deberá incluir en esta propuesta, medidas de inspección y vigilancia. La interrupción de las actividades no será autorizada hasta que no se hayan instalado todas las medidas de soporte aprobadas, incluyendo el sellio de todos los frentes de excavación mediante hormigón proyectado. Asimismo, deberán completarse todas aquellas medidas de soporte adicionales ordenadas por la Supervisión de Obra por motivo de la interrupción prevista.

De no poder evitarse interrupciones de la actividad deberá tratar de sistematizarse las mismas de modo tal de que su duración y frecuencia sea constante, aún durante los días feriados y días del fin de semana.

Durante las interrupciones de actividad, el Concesionario deberá mantener permanentemente en obra un equipo de guardia, compuesto por operarios maestros que sepan desempeñarse en todas las tareas relacionadas con la excavación y el soporte de las cavidades. Asimismo, el Concesionario deberá mantener en alerta y en cercanías de los sitios de obra un equipo de trabajo completo, correspondiente a un turno de trabajo, el que deberá poder hacerse presente en la obra en un plazo no mayor a dos (2) horas. Detalles sobre este equipo deberán ser entregados a la Supervisión de Obra como parte del Plan de Alarma requerido en el ítem 1.3.1 de la presente especificación.

3.6 LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DEL FRENTE

El levantamiento geológico-geotécnico del frente tiene como objetivo, el examen del material excavado para confirmar la ausencia de minerales peligrosos, y la clasificación geotécnica del sector de excavación. Este tipo de levantamiento incluye la recolección de toda la información del material excavado y debe ser realizado en el frente previamente limpiado y antes de la proyección del hormigón proyectado.

La oportunidad y frecuencia del levantamiento geológico-geotécnico del frente para evaluación y clasificación del macizo en el frente de excavación serán definidas por el Supervisor de Obra de acuerdo a las condiciones geotécnicas reinantes. En principio, como mínimo se efectuará la evaluación del macizo y la correspondiente asignación de la clase geotécnica en cada avance de excavación.

La clasificación se hará por separado para cada sección parcial de excavación, es decir, para la sección superior, para la sección central, para las secciones laterales y para la sección inferior, según corresponda, o para la sección transversal completa de la cavidad.

Se clasificará el macizo en función de su apariencia en el perímetro de la cavidad excavada en el frente de excavación mismo.

El levantamiento geológico-geotécnico del frente y la evaluación del macizo en el frente de excavación será efectuada por un equipo representante de profesionales del Concesionario de acuerdo con la Supervisión de Obra y en un formato especial donde se consignen todos los aspectos tenidos en cuenta para dicha clasificación.

Además de evaluar el frente y el perímetro de excavación de la cavidad, se contemplarán los resultados de sondeos exploratorios o de otras perforaciones que se hubieran efectuado anticipadamente a la excavación, y se examinará visualmente el material excavado.



Siempre que la Supervisión de Obra lo requiera, se solicitará al Concesionario la ejecución de sondeos adicionales, los que serán evaluados de forma inmediata. Una copia del formato de clasificación de la Supervisión de Obra y el Concesionario quedará registrada en el Libro de Obra inmediatamente después de terminada la evaluación. En caso de no existir conformidad, el Concesionario deberá justificar su posición frente a la Supervisión de Obra. Hasta que no se haya logrado un acuerdo en término de clasificación del macizo, no se podrá iniciar la actividad de excavación ni las tareas preparatorias relacionadas con ésta, siempre que ello no ponga en peligro la estabilidad de la cavidad. El acuerdo entre la Supervisión de Obra y Concesionario deberá quedar registrado por escrito en el Libro de Obra.

Asociado a cada clase geotécnica preestablecida para la respectiva cavidad y sección de excavación existe un esquema de soporte predeterminado que forma parte de los documentos del diseño de detalle.

El segundo paso de la clasificación será la asignación de un determinado tipo de comportamiento del macizo a excavar. Esta asignación se hará conjuntamente entre la Supervisión de Obra y el Concesionario.

La determinación del tipo de comportamiento estará en función de:

- Las características geológico-geotécnicas encontradas, y las propiedades del macizo.
- La influencia del agua subterránea a la profundidad en que se encuentra el sector de cavidad excavada.
- La cobertura de la cavidad o profundidad medida verticalmente desde la superficie del terreno existente hasta el frente de excavación.
- Los resultados obtenidos en los monitoreos de instrumentación geotécnica y de superficie

La clasificación deberá estar en concordancia con la determinación de las clases de soporte en el túnel definidas en la Ingeniería de Detalle.

3.7 MÉTODOS Y SECUENCIA DE EXCAVACIÓN

Los métodos de excavación empleados para las diferentes cavidades subterráneas deberán ser apropiados para las dimensiones de éstas y las condiciones del subsuelo reinantes. En general, la excavación deberá ser efectuada con equipos de excavación mecánica, como rozadoras retroexcavadoras, martinets hidráulicos u otras máquinas de corte parcial. Todo equipo de excavación propuesto por el Concesionario deberá ser apropiado para el fin perseguido, no sólo desde el punto de vista de capacidad y rendimiento, sino también desde el punto de vista de seguridad. El Concesionario deberá demostrar esto a la Supervisión de Obra.

Todo método de excavación empleado por el Concesionario deberá ser previamente autorizado por la Supervisión de Obra.

La metodología de excavación de las estaciones en caverna y de los tramos de túnel deberá ajustarse a las condiciones geotécnicas previstas por el Concesionario sobre la base de los datos geotécnicos anexados a los documentos de contrato e integrados, por parte del Concesionario, con Sondeos Integrativos. En dependencia del comportamiento de las clases geotécnicas previstas y de la geometría de la sección a excavar el Concesionario deberá prever la excavación de la cavidad a sección transversal completa, o en secciones parciales



como por ejemplo excavación de bóveda, de destroza, de hastiales izquierdo y derecho, excavación inferior de solera.

Se requiere del Concesionario como parte de su descripción metodológica de excavación y soporte, la toma de decisión acerca del tipo de excavación de la sección transversal completa o parcial. Asimismo, el Concesionario deberá explicar y comprometer para cada tipo de excavación – a sección transversal completa o con sección transversal subdividida – qué equipo empleará y cómo efectuará el cambio de equipos cuando se requiera de la transición de una metodología a la otra. En este contexto, se destaca que siempre que las condiciones geotécnicas del subsuelo lo requieran, la Supervisión de Obra podrá requerir del Concesionario un inmediato cambio de metodología de excavación a frente transversal completo o a excavación de frente subdividido. En general, cualquier demora que surja de un cambio de metodología de excavación por razones geotécnicas o por instrucción de la Supervisión de Obra será de cargo exclusivo del Concesionario. Asimismo, cualesquiera elementos de soporte asociado a necesidades de estabilización producto del cambio de metodología o de interrupciones de la actividad originadas en esta necesidad, serán de cargo exclusivo del Concesionario.

Antes de iniciar un nuevo frente de excavación en cualquiera de las cavidades subterráneas del presente contrato, el Concesionario deberá presentar a la Supervisión de Obra un detalle gráfico y descriptivo de la secuencia de excavación que empleará para la excavación y el soporte primario de este frente, indicando los hitos estimativos de inicio y finalización de cada estructura, los avances promedio propuestos y una descripción detallada de los ciclos de trabajo que implementará en cada sector.

Cuando se produzca el encuentro de los dos frentes de excavación de sentido de avance opuesto, el Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra una metodología de excavación y soporte particular para el evento del encuentro. No se admitirá que durante los últimos metros de excavación, vale decir, a lo largo de una distancia igual a 1,5 veces el ancho de la cavidad a altura de su ecuador se excaven simultáneamente ambos frentes. En ese último sector el avance de uno de los dos frentes deberá quedar interrumpido y sostenido adecuadamente, quedando a la espera del encuentro del frente opuesto.

3.8 REQUERIMIENTOS PARTICULARES PARA INTERSECCIONES ENTRE CAVIDADES

La excavación de cualquier intersección entre alguna de las cavidades subterráneas de la presente obra deberá ser ejecutada tomando disposiciones especiales y específicas para la excavación y el soporte de las cavidades en la zona de intersección.

Antes del inicio de la excavación de cualquier intersección, el Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra una metodología detallada de su excavación y soporte primario. No se podrá iniciar la excavación de ninguna de estas intersecciones sin mediar antes la aprobación de la Supervisión de Obra.

La excavación deberá ser llevada a cabo de forma tal que el sistema de soporte de las cavidades en el sector de las intersecciones sean estables en todo momento, siendo responsabilidad del Concesionario la de instalar los elementos de soporte adicionales necesarios para garantizarlo.



3.9 SONDEOS EXPLORATORIOS Y PERFORACIONES ANTICIPADAS PARA DRENAJE DE AGUA SUBTERRÁNEA

El Concesionario deberá considerar que, en forma alternada con las actividades de excavación, será necesario efectuar perforaciones anticipadas desde el frente de excavación o radiales a la cavidad para exploración del subsuelo, ejecución de inyecciones de acondicionamiento o impermeabilización del macizo o de drenaje de aguas subterráneas. Para la ejecución de estas perforaciones y actividades de exploración, drenaje o inyección, será necesario interrumpir temporalmente las actividades de excavación y soporte.

Será responsabilidad del Concesionario garantizar en todo momento la estabilidad de la cavidad y seguridad del personal de obra durante la ejecución de estas operaciones, en particular previendo medidas de soporte temporales necesarias para este efecto.

La ejecución de sondeos exploratorios para conocimiento de las condiciones geológicas anticipados al frente de excavación deberá efectuarse de acuerdo a lo especificado en el capítulo 8 de estas especificaciones. La posición de los puntos de aplicación en el frente, la inclinación, la longitud de estas perforaciones, y el diámetro serán determinadas por la Supervisión de Obra. En general, los sondeos exploratorios serán con extracción de núcleos, excepto cuando sea autorizado expresamente por la Supervisión de Obra.

4 TOLERANCIAS DE EXCAVACIÓN

4.1 GENERALIDADES

El Concesionario deberá ejecutar la excavación considerando un aumento radial del perfil teórico de excavación, tal como surge de las disposiciones establecidas en este capítulo de las especificaciones.

Para cada túnel y clase geotécnica, existirá una medida de excavación adicional radial uniforme denominada sobreexcavación "S" definida como tolerancia de excavación.

La sobreexcavación a considerar para cada túnel y clase geotécnica deberá ser determinada por el Concesionario en función de los métodos y equipos de excavación que proponga. Esta medida representa la tolerancia de excavación y de construcción, por lo que deberá contemplar la tolerancia de construcción del soporte primario de hormigón proyectado y el espesor radial requerido para las cabezas de pernos de roca, así como cualquier otro elemento de soporte que en función del método de construcción sobresalga del límite interno de la cavidad una vez instalado el sistema de soporte primario.

Junto con la medida de excavación adicional "S", existe una medida suplementaria de excavación denominada "A", o tolerancia de deformación, la que también estará en función del tipo de cavidad y clase geotécnica y cuyo objetivo es la provisión del espacio adicional para la absorción de deformaciones inevitables del macizo después de la excavación. La definición de esta medida "A" se incluirá en los planos de detalle.



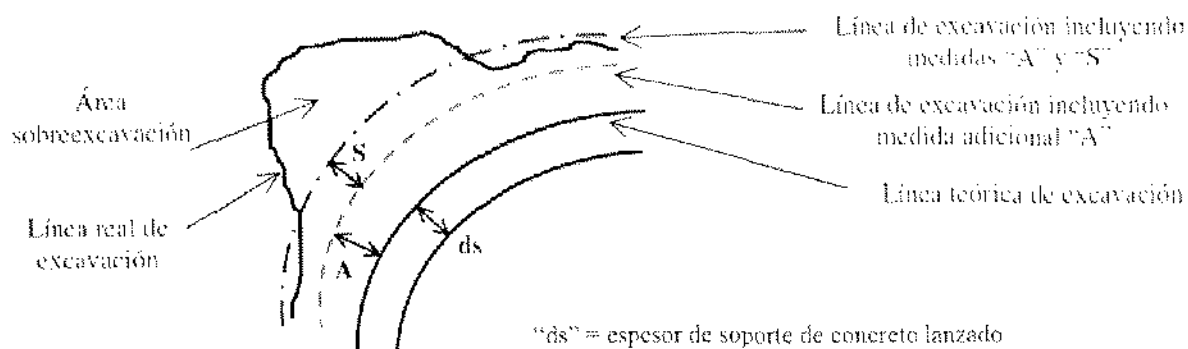


Figura 1 – Tolerancias de excavación "A" y "S"

Ambas tolerancias "A" y "S" en suma deberán ser de magnitud suficiente para que, una vez terminada la excavación e instalados los elementos de soporte requeridos por el diseño de detalle, quede especificado el perfil teórico mínimo requerido para la posterior instalación del revestimiento definitivo de las cavidades con su espesor nominal mínimo.

El Concesionario deberá adicionar a las líneas teóricas de excavación en dirección radial la tolerancia de deformación que, para cada cavidad y clase geotécnica, se definirá en los planos de detalle de excavación. La tolerancia de deformación representa el límite superior de deformaciones del macizo pronosticadas en cada caso.

Teniendo en cuenta que en el Proyecto de Referencia hay secciones donde las tolerancias no son indicadas porque son extremadamente variables en función de las decisiones constructivas, o son indicadas pero que pueden ser insuficientes, dependiendo de la tecnología de realización de las obras, y de las características de los medios utilizados, el Concesionario en su propuesta deberá indicar las medidas efectivas internas de excavación en la que las medidas geométricas internas a garantizar, indicadas en los planos del Proyecto de Referencia, serán aumentadas para la tolerancia constructiva total consistente con las tecnologías de realización previstas por el Concesionario mismo en su propuesta.

El Concesionario deberá asegurar en su propuesta, y en su proyecto de Ingeniería Definitiva que las medidas internas funcionales en los túneles y en las otras obras previstas por el Proyecto de Referencia, están garantizados, tomando en cuenta el aumento de la excavación y las diferentes tolerancias, según corresponda con su propia tecnología de realización de las obras y las características de los medios utilizados.

Las tolerancia de construcción deberán tener en cuenta la suma de todas las tolerancias de construcción, tanto para los túneles realizados en tradicional (soporte de primera fase y revestimiento definitivo), como para los túneles realizados con Tuneladora (suma de las tolerancias de fabricación y de montaje del revestimiento prefabricado, de excavación por parte de la máquina tuneladora, y ovalización).

De la misma manera se debe considerar el aumento de las medidas internas para estaciones en cut & cover o para los pozos entre las estaciones, a fin de tener en cuenta el error de verticalidad en los muros colados, los pilotes y otras tolerancias en las estructuras de soporte según corresponda con la metodología constructiva elegida por el Concesionario.



4.2 DESCRIPCIÓN

En las soleras, el Concesionario deberá asegurar que después de la excavación y limpieza no existan protuberancias de roca que ingresen dentro del perfil teórico de excavación en más de 50 mm. Estas protuberancias sólo son aceptables cuando se presentan en forma de puntas singulares y no cuando son de existencia distribuida. En este último caso, el Concesionario deberá reperfilar la excavación a satisfacción de la Supervisión de Obra.

Siempre que la solera de excavación de una cavidad después de su limpieza quede configurada a una cota menor que 100 mm por debajo de la línea teórica de excavación, el Concesionario deberá rellenar este espacio a través de una metodología y material de relleno aprobado por la Supervisión de Obra.

Cualquier desviación de la excavación respecto de la línea teórica de excavación mínima deberá ser reparada por el Concesionario a través de un relleno de cavidades o del reperfilado de la roca o elementos del soporte primario. En caso de relleno será aplicable lo establecido en el ítem 3.2 (2) de este capítulo. En caso de deficiencia de excavación, deberá efectuarse un reperfilado, significando ello que deberán ser removidas todas las áreas de macizo o soporte que sobrepasen la línea de excavación teórica hacia el interior de la cavidad. Siempre que el reperfilado afecte a los elementos de soporte primario de la cavidad, el Concesionario deberá solicitar la aprobación de la metodología de reperfilado por parte de la Supervisión de Obra. Se refiere en este contexto el ítem 4.3 de las presentes especificaciones.

4.3 LOCALIZACIÓN Y GALIBO

Dentro de las actividades finales de la obra, y previamente a la instalación del revestimiento definitivo de las cavidades, el Concesionario deberá efectuar un chequeo final de verificación topográfica de localización y galibo del túnel excavado y someter los resultados a la aprobación de la Supervisión de Obra.

Los criterios para la realización de los trabajos de localización topográfica del eje del túnel, y de la verificación final de las dimensiones mínimas libres interiores de la sección excavada, así como los equipos topográficos para ser utilizados, deben cumplir con la ET 08 Servicios topográficos a realizar por el concesionario.

El eje del túnel debe cumplir con el eje teórico definido por el proyecto dentro de una banda de tolerancia de ± 50 mm. La geometría del revestimiento primario de los túneles deberá tener dimensiones de acuerdo con el proyecto, dentro del rango de tolerancia definido más adelante en este ítem.

Las dimensiones de las secciones de excavación en término de formas, cotas y alineamiento deberán ser verificadas no sólo después de la finalización de la sección transversal completa de una cavidad, sino para las secciones transversales de excavación parcial en las que se subdivide la excavación, como por ejemplo, para la sección superior, sección inferior, las secciones laterales y la solera curva.

El Concesionario deberá efectuar un chequeo de precisión de toda sección excavada. El control de perfiles transversales deberá efectuarse en forma continua. Adicionalmente deberán



controlarse todos los sitios de geometría particular. En sectores de transición de geometría la separación de secciones de chequeo de perfil deberá ser tan reducida como sea necesario para garantizar en forma íntegra las dimensiones mínimas del revestimiento interno de la cavidad. La Supervisión de Obra deberá aprobar la propuesta que, a tal efecto, haga el Concesionario. El resultado del chequeo de perfiles transversales deberá ser preparado por el Concesionario en la forma requerida por la Supervisión de Obra debiéndose, en todo caso, presentar un registro físico y magnético de los datos de mediciones.

El Concesionario deberá marcar sobre el soporte primario o sobre la roca el emplazamiento de las secciones transversales seleccionadas en las que se efectuó el chequeo, identificándolas a través de su abscisado.

El gálibo final de una cavidad, después de completado el sistema de soporte primario y una vez estabilizadas las deformaciones, deberá estar en conformidad con el gálibo mínimo requerido por los planos del diseño. La geometría teórica de la superficie interna de la cavidad soportada, como se define en los planos, resulta de descontar el espesor teórico de hormigón proyectado de la línea teórica de excavación. La tolerancia para esta superficie, bien sea el soporte de hormigón proyectado o el macizo propiamente dicho, será de +0 mm y -150 mm. Esto significa que la citada superficie no deberá penetrar radialmente dentro de la geometría teórica establecida, pudiendo quedar emplazada hasta 150 mm fuera de ella.

En la disposición efectuada en el ítem anterior, se entiende bajo "superficie interna de la cavidad soportada" a cualquiera de los elementos que la conforman, vale decir, macizo sin soporte, soporte de hormigón proyectado, cabezas de pernos o anclajes de roca, arcos metálicos, o cualquier otro elemento constitutivo del sistema de soporte primario de la cavidad. Asimismo, el espesor de la "base del sistema de impermeabilización" y del propio sistema de impermeabilización se consideran incluidos dentro de la geometría teórica de la superficie de la cavidad soportada, por lo que ésta se constituye en la delimitación exterior teórica mínima del revestimiento definitivo de hormigón proyectado, a través de la que se garantizará que éste tendrá su espesor mínimo nominal.

Se requiere del Concesionario que realice en forma sistemática y regular, en intervalos a ser convenidos con la Supervisión de Obra, controles de perfil de la cavidad soportada. Después que la evolución de deformaciones de la cavidad en el tiempo se haya reducido a un valor menor de 1mm/mes, el Concesionario deberá efectuar un último control de los perfiles interiores de la cavidad subterránea, siempre previo a la entrega de las obras. Los resultados de este control establecerán la geometría de la superficie interior final de la cavidad soportada.

Cualquier desviación en exceso de la geometría real de la cavidad soportada frente a la geometría teórica, como está definida en el ítem anterior, que no sea resultado de deformaciones de la cavidad menores a las previstas a través de la tolerancia de deformación o medida adicional "A", deberá ser subsanada por parte del Concesionario, por medio de la aplicación de hormigón proyectado adicional, según sea requerido en obra por parte de la Supervisión de Obra. En caso de desvíos por defecto, el Concesionario deberá re-perfilar toda parte sobresaliente de la superficie de la cavidad que penetre dentro de la citada geometría teórica. Se entiende bajo reperfilado de la cavidad soportada, la remoción de todo elemento de soporte o macizo necesaria para restituir la geometría teórica. Siempre que el reperfilado requiera de la remoción de elementos de soporte, el Concesionario deberá restituir éstos en la



misma cantidad, dimensiones y forma de instalación en que éstos lo habían estado, excepto indicación contraria de la Supervisión de Obra. Antes de ejecutar el reperfilado, el Concesionario deberá elaborar metodología de trabajo, la que deberá remitir a la Supervisión de Obra para aprobación.

Como fue establecido en el ítem anterior, el Concesionario deberá prever como parte de la tolerancia de excavación "S", cuya determinación es de su responsabilidad, un espacio radial adicional para albergar a todos los elementos de soporte que sobresalen de la superficie de macizo o de soporte de hormigón proyectado, como lo son cabezas de pernos o anclajes de roca, arcos de acero o cualquier otro elemento de soporte que sobresalga.

En general, el Concesionario deberá efectuar cualquier control adicional de perfiles a requerimiento de la Supervisión de Obra.

Todos los resultados de mediciones de control de perfil deberán quedar registrados en forma magnética y ser puestos a disposición de la Supervisión de Obra en cualquier momento que ésta lo requiera.

5 VENTILACIÓN

5.1 GENERALIDADES

Los requerimientos relacionados con la ventilación para la construcción deberán cumplir con la ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo, y con la ley vigente.

El Concesionario deberá diseñar el sistema de ventilación para la construcción con mucho detalle y construido sobre la base de ductos de diámetro suficiente y materiales resistentes.

El Concesionario deberá instalar y mantener el sistema de ventilación a lo largo de todo el período de construcción de manera tal que cumpla con los requerimientos de limitación de la concentración de sustancias nocivas y tóxicas en el ambiente de la obra subterránea. El suministro de aire fresco deberá ser suficiente como para garantizar que en cualquier sitio del túnel se cumplan los límites de concentración máxima admisibles que, para estas sustancias, se establecen en la legislación y reglamentos de higiene y seguridad industrial vigentes.

Los ductos de ventilación deberán ser instalados de manera que sean herméticos. El ingreso de aire fresco deberá ser como mínimo equivalente al volumen de aire contaminado extraído al exterior a través de ductos de extracción o del túnel mismo. Se deberá proveer y garantizar a través de un monitoreo constante un contenido mínimo de oxígeno no menor del 19%, y de acuerdo con la ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo. El sistema de ventilación deberá ser diseñado de tal forma que la velocidad media de circulación de aire en sitios de trabajo y de transporte subterráneos, no sea inferior a 0.7 m/s ni superior a 6 m/s.

No se permitirá el empleo de equipo de obra del Concesionario accionado mediante gasolina, gas licuado de petróleo o gas natural (metano).

En equipos accionados por motores diesel, el Concesionario deberá implementar cajas depuradoras o de filtrado, las que deberán ser mantenidas adecuadamente.



Se requiere del Concesionario que remita a la Supervisión de Obra todos los detalles necesarios para probar la eficiencia de estos sistemas de depurado. Además se utilizarán equipos de construcción reciente, que utilicen combustible diesel con bajo contenido de azufre.

5.2 SUSTANCIAS NOCIVAS

Es responsabilidad del Concesionario asegurar durante toda la duración de la obra, un monitoreo continuo de todo el espectro de sustancias nocivas cuya concentración se debe limitar en el ambiente subterráneo en función de las normas y regulaciones de higiene y seguridad industrial vigentes.

5.3 POLVO

El Concesionario deberá monitorear el nivel de sílice cristalina presente en el polvo del ambiente de la obra debido al empleo de hormigón proyectado. El nivel de exposición de los trabajadores deberá ser menor a los valores referidos en la normativa referida en la ET 06 Higiene y seguridad en el trabajo.

5.4 GASES PELIGROSOS

El Concesionario deberá mantener en operación el sistema de ventilación para la construcción de forma tal que cumpla con los requerimientos listados seguidamente.

Se consideran gases peligrosos a aquellos que son inflamables o tóxicos. El Concesionario deberá implementar medidas de mitigación eficientes para reducir los riesgos de accidentes debidos a la presencia de gases peligrosos en la obra subterránea.

Posibles fuentes de gases peligrosos son las siguientes, que no deben ser consideradas exclusivas:

- Pérdidas de recipientes de almacenamiento o cañerías de distribución de combustibles, que contienen diesel-oil o aceites o cualquier otro combustible.
- Fuentes geotécnicas y biológicas, incluyendo dióxido de carbono resultante de actividad biológica. Estos gases, en particular el metano, también podrían ingresar a la obra a través de las aguas subterráneas.

Siempre que se detecte una concentración de gas inflamable o tóxico mayor al límite preestablecido en las normas o convenido con la Supervisión de Obra, el Concesionario deberá aumentar el caudal de ingreso de aire fresco a la obra subterránea de tal modo que se reduzca la concentración por debajo del valor umbral especificado. Hasta que esto se haya logrado, todo personal de obra que no sea absolutamente indispensable deberá ser evacuado de la obra subterránea inmediatamente.

El Concesionario deberá informar a la Supervisión de Obra sobre cualquier evento de ocurrencia de gases peligrosos en la obra subterránea inmediatamente después de registrado. Deberá, asimismo, proponer las medidas de mitigación necesarias para evitar riesgos de accidentes y poder continuar con la obra sin demoras. En caso de necesidad, el Concesionario deberá considerar el empleo de equipos libres de llamas o chispas.



5.5 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

El Concesionario deberá monitorear la calidad del aire en la obra subterránea en forma sistemática. Con anticipación al inicio de las obras subterráneas, el Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra para su aprobación una propuesta para el monitoreo tanto de la calidad del aire como de concentraciones de metano y de otros gases y sustancias peligrosos. Este informe deberá incluir, asimismo, una propuesta de medidas de acción en caso de superación de las concentraciones admisibles, detalles de los equipos e instrumentos, disposición de éstos, frecuencia de medición, rango de gases detectables y personal capacitado y entrenado del equipo del Concesionario que estará a cargo de la operación, mantenimiento y supervigilancia del sistema.

El citado sistema deberá incorporar unidades de monitoreo de calidad de aire estacionarias, las que continuamente monitoreen la calidad del aire que ingresa y egresa de las cavidades subterráneas a través de los ductos de ventilación o directamente a través de estas cavidades. Se requiere un mínimo, de dos de estas unidades estacionarias por frente de excavación o una cantidad mayor, según sean los requerimientos particulares de la obra, en especial la longitud de un frente de excavación.

Adicionalmente a las estaciones de medición fijas, se requiere que el Concesionario lleve a cabo en forma sistemática mediciones de la calidad del aire en cada frente de excavación y a lo largo de cada cavidad subterránea excavada. Estas mediciones deberán ejecutarse con instrumentos de medición portátil con una frecuencia que deberá ser convenida con la Supervisión de Obra. Será necesario que el Concesionario provea equipos de monitoreo de calidad de aire portátiles en cada frente de excavación.

La frecuencia de medición mínima será de una (1) vez por turno de trabajo y frente de excavación. Los resultados de todas las mediciones, independientemente de la existencia de gases o sustancias tóxicas o peligrosas, deberán quedar registrados y disponibles para la Supervisión de Obra ante su requerimiento.

Siempre que se detecte metano en las unidades estacionarias o mediante los equipos portátiles, el Concesionario deberá instalar en forma inmediata en todos los frentes de excavación equipos de detección automática de gas metano y mantener éstos en operación en forma continua.

Los resultados del monitoreo de la calidad de aire de la obra subterránea deberán quedar registrados. El Concesionario deberá identificar los registros a través de la progresiva del sitio de instalación y la fecha y hora de medición. Se deberán registrar las cantidades de todos los gases y concentraciones de toda sustancia nociva detectada. La Supervisión de Obra deberá recibir copias de estos registros en forma semanal o en intervalos acordados mutuamente con el Concesionario.

5.6 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA RESPIRACIÓN

El Concesionario deberá proveer equipos protectores para la respiración para todo el personal de obra subterránea, incluyendo el personal de la Supervisión de Obra y visitas autorizadas a la obra. El tipo y método de empleo de estos equipos deberá cumplir con la normativa peruana, y ser convenido en la obra entre el Concesionario y la Supervisión de Obra.



6 INSTALACIONES DE SERVICIO

6.1 CABLES ELÉCTRICOS

Los cables eléctricos que se empleen para provisión de iluminación y energía en la obra subterránea deberán ser instalados y fijados en forma apropiada. Se requiere la provisión de circuitos separados para energía e iluminación. Todos los cables empleados deberán ser diseñados para la potencia y voltaje resultantes de equipos y suministros de obra.

Todos los cables de iluminación y energía deberán ser tendidos en forma separada de cables de telefonía. Se deberán usar cables con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos y de humo y que no propaguen la flama.

El Concesionario deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar que durante el transcurso de la obra se produzcan cortocircuitos en cualquier parte de los sistemas de aprovisionamiento de energía e iluminación. Toda parte del sistema de cableado deberá ser puesta a tierra en forma apropiada y ser instalada de acuerdo con las disposiciones locales vigentes y la práctica internacional reconocida en esta materia.

Como parte de las inspecciones periódicas requeridas por parte del Concesionario en el ítem 2 (9), deberá incluirse el chequeo periódico de todas las instalaciones eléctricas dentro de la obra subterránea.

6.2 ILUMINACIÓN

El Concesionario deberá proveer en todo momento hasta la terminación del Contrato la iluminación adecuada que se requiera en los frentes de la excavación subterránea. Los sistemas de iluminación deberán tener la capacidad suficiente para proveer un mínimo de intensidad de iluminación de 200 luxes en las zonas de trabajo durante la perforación, la remoción de escombros, la limpieza y la instalación del sistema de soporte. El alumbrado en los demás sectores de la excavación subterránea deberá suministrar un mínimo de intensidad de 50 luxes. El sistema de iluminación deberá ser de seguridad y a prueba de explosión. El Concesionario deberá contar con el equipo apropiado para verificar la intensidad de iluminación, cuando así lo requiera la Supervisión de Obra.

El Concesionario deberá suministrar y mantener en obra en todo momento lámparas para cascos protectores para todo el personal de obra, incluyendo el personal de la Supervisión de Obra y visitas autorizadas. Adicionalmente deberá proveer en cada frente de excavación una luminaria adicional exclusivamente para efectos de inspección.

El diseño, operación y mantenimiento de los sistemas de alumbrado temporales deberán ser aprobados por la Supervisión de Obra, pero dicha aprobación no relevará en ningún caso al Concesionario de su responsabilidad por la seguridad en los trabajos subterráneos.

El Concesionario debe proveer para toda la obra subterránea, en una disposición, capacidad e intensidad a ser convenida con la Supervisión de Obra, un sistema de emergencia el cual debe tener un sistema independiente de potencia. El diseño de este sistema debe ser presentado a la Supervisión de Obra para su aprobación.



6.3 COMUNICACIONES

El Concesionario deberá instalar y mantener en operación durante toda la duración de la obra un sistema telefónico para la comunicación entre todos los frentes de trabajo de la obra subterránea y las oficinas de obra superficiales. El Concesionario deberá describir, junto con su método de trabajo, la forma de implementación de estas comunicaciones en obra.

7 SOPORTE PRIMARIO

7.1 DEFINICIONES

El sistema de soporte comprende todos los elementos de soporte de función permanente instalados sobre la superficie de excavación de la cavidad para garantizar la estabilidad de la misma y de toda estructura cercana que pueda ser afectada por la excavación a lo largo del período de obra y cinco años más. Los elementos constitutivos del sistema de soporte son básicamente hormigón proyectado, reforzado con mallas de acero, pernos y arcos metálicos, y, siempre que las condiciones del subsuelo lo requieran, elementos de soporte al frente, como paraguas de tubos y pernos de roca anticipados en el frente de excavación, como también diferentes tipos de inyecciones de acondicionamiento del subsuelo. En general, todo elemento de soporte primario quedará instalado permanentemente en obra, excepto para aquellos casos en que se requiera del avance anticipado de una galería, en cuyo caso, parte de los elementos de soporte se removerán durante la excavación de la sección transversal completa de la cavidad principal asociada.

La línea interior de las secciones transversales de cavidades que será muestreada para el soporte primario de hormigón proyectado, representará la superficie teórica interna de este revestimiento. Por lo tanto, la citada línea no considera ningún tipo de tolerancia de construcción, y resulta de sumarle las tolerancias definidas en el capítulo 4 de la presente Especificación.

7.2 REGISTROS

El Concesionario deberá llevar registros completos de todas las características y particularidades del sistema de soporte instalado en cada sector de las cavidades y de su comportamiento durante el curso de la obra. Estos registros deberán incluir la cantidad, tipo y localización de los elementos de soporte que fueron instalados, la geometría interna del perfil transversal del soporte de hormigón proyectado después de estabilizadas las deformaciones, cualquier tipo de modificación o complementación del soporte instalado respecto al soporte estándar previsto, así como documentación de sectores con grandes deformaciones, fisuras en el soporte y cualquier evento particular. Este registro deberá ser efectuado en un formato convenido con la Supervisión de Obra y deberá estar disponible a requerimiento de ésta en todo momento durante la obra.

Toda observación acerca de deformaciones anormales y fisuración en el soporte de hormigón proyectado deberán ser notificadas por el Concesionario a la Supervisión de Obra en forma inmediata.

7.3 EQUIPAMIENTO Y PROVISIÓN DE MATERIALES

Todo el equipamiento empleado para la instalación de los elementos de soporte de las cavidades subterráneas debe ser apropiado para los trabajos especificados, tanto con relación a su potencia y versatilidad, como también en término de cumplimiento de las exigencias mínimas de seguridad requeridas por las normas Peruanas vigentes. Deberá tener, además, la capacidad suficiente para garantizar los rendimientos de avance estipulados en el cronograma de obra y el plan de trabajo propuesto por el Concesionario, que, habiendo sido aprobado por la Supervisión de Obra, forma parte del marco contractual que regula la presente obra.

El Concesionario deberá realizar un mantenimiento apropiado de todo equipo que disponga en obra. Asimismo, deberá mantener almacenada en sus bodegas o almacenes la cantidad mínima necesaria de repuestos, de modo que se asegure una operación continua y disponibilidad inmediata de cada máquina o equipo de acuerdo a las necesidades de la obra. Se requiere del Concesionario que durante el desarrollo de actividades de excavación esté en condiciones de instalar, sin ninguna demora, cualquiera de los elementos de soporte previstos en los planos y las presentes especificaciones, sin importar el sitio y la oportunidad de instalación.

Se deberá asegurar en todo momento la provisión ininterrumpida de materiales y elementos de soporte a cada uno de los frentes de trabajo en operación. Se advierte que en algunos sectores de macizo muy tectonizado o sectores de falla, en particular con presencia de agua subterránea, cualquier demora en la instalación de elementos del sistema de soporte primario después de la excavación de un nuevo ciclo de avance, significará un aumento sustancial del riesgo de inestabilidad de la cavidad. El Concesionario deberá proveer a cada frente de excavación de obra subterránea los materiales y el equipo necesarios para responder en forma rápida y efectiva frente a situaciones de emergencia, tales como condiciones de subsuelo inestables no previsibles, ingreso de grandes caudales de agua, encuentro de agua a elevada presión, etc., para, de este modo, estar en condiciones de implementar cualquier tipo de medida de mitigación adicional necesaria para garantizar la seguridad de la obra y del personal. El Concesionario deberá mantener almacenado en la obra o disponible en forma inmediata una cantidad mínima de todos los materiales y elementos de soporte necesarios para la implementación del sistema de soporte primario de las cavidades subterráneas que se encuentren en construcción. Esta cantidad mínima deberá abarcar todos los insumos de obra necesarios para ejecutar el sistema de soporte primario previsto en los planos para todas las cavidades en construcción según el cronograma de la obra durante un plazo mínimo de dos (2) semanas calendario.

El concesionario deberá también mantener almacenado en la obra o disponible en forma inmediata una cantidad mínima de elementos de soporte de emergencia no previstas en el diseño normal de obras, que pueden ser necesarios para sistema de soporte de emergencia en condiciones particulares, como por ejemplo pernos swellex, autoperforantes, marcos reticulares, etc.

7.4 IMPLEMENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los planos indicarán todos los elementos del sistema de soporte típico de todas las cavidades subterráneas que son parte del presente contrato. El Concesionario deberá instalar la totalidad



de estos elementos inmediatamente detrás del frente de excavación, o como se indicará en los planos de la Ingeniería de Detalle que ilustrarán la secuencia constructiva de cada cavidad.

En función del comportamiento del sistema de soporte de las cavidades y del macizo circundante durante la construcción, podrá ser necesario efectuar ajustes o modificaciones de éste, cuyas causas pueden deberse a variaciones en las condiciones geológicas reinantes frente a las pronosticadas o a otras causas identificadas durante la ejecución de la obra. La configuración de estas adaptaciones y modificaciones será requerida al Concesionario por parte de la Supervisión de Obra.

El Concesionario debe asegurar que los elementos de soporte sean instalados o aplicados de manera y en una secuencia tal que se pueda prevenir el deterioro y relajación del subsuelo que rodea a la cavidad excavada.

Es responsabilidad exclusiva del Concesionario la instalación de soportes temporales adicionales a los previstos en el diseño, que resulten necesarios para garantizar la seguridad de los trabajos ejecutados según la metodología prevista por el propio Concesionario.

El Concesionario deberá organizar las actividades de la construcción subterránea en coordinación con la Supervisión de Obra de tal modo que permita que los inspectores de ésta, tengan acceso a las superficies de macizo recientemente excavadas.

Siempre que el Concesionario se retrase en la instalación de los elementos constitutivos del sistema de soporte primario de la cavidad, deberá instalar elementos de soporte temporales adicionales a fin de evitar riesgos.

7.5 HORMIGÓN PROYECTADO

Ver ET 26 Concreto.

7.6 PERNOS Y ANCLAJES DE ROCA

Los pernos y anclajes de roca son componentes principales del sistema de soporte primario de las cavidades subterráneas de esta obra. Su propósito es la activación de la habilidad del subsuelo circundante a la cavidad en la toma de esfuerzos y tensiones o, en forma local, la de otorgar soporte a sectores de las cavidades que, por su geometría, no pueden ser estabilizadas únicamente mediante hormigón proyectado y arcos de acero. En casos particulares, los pernos de anclaje también serán empleados en forma secundaria para acondicionar el terreno mediante inyecciones de mortero o lechada de cemento. En función de las características del macizo, el diseño prevé diferentes tipos de pernos de roca o anclajes de roca, como se describe en el siguiente ítem de este capítulo. Básicamente el tipo de pernos considerados es el pasivo, vale decir, que su acción se activará conforme se produzcan deformaciones en el macizo.

No obstante, se prevé que a través de sus cabezales de anclaje los pernos sean puestos en contacto con el macizo, de forma que la activación se establezca con el inicio de cualquier deformación del subsuelo. El Concesionario podrá emplear otros tipos de pernos o anclajes de roca diferentes de los previstos en el diseño, siempre que demuestre ante la Supervisión de Obra a través de ensayos de aptitud anticipados a la obra, que los mismos pueden ser



instalados sin demoras y que son aptos para el objetivo para el que fueron diseñados, cumpliendo la misma función que el tipo de pernos reemplazados. El tipo de perno de roca empleado deberá ser apto para las condiciones geológicas reinantes. Asimismo, su acción deberá ser eficiente en términos económicos.

7.6.1 Definiciones

7.6.1.1 Pernos de fricción

Estos pernos consisten de un tubo de acero plegado, provisto de dos manguitos de acero soldados a ambos extremos y un cabezal y placa de anclaje en su extremo anterior. A través de la inyección de agua a elevada presión (hasta 300 atmósferas), el tubo plegado se expande y se adapta a las irregularidades de la perforación en la que se coloca. Al mismo tiempo, el tubo se contrae en dirección longitudinal, estableciéndose el contacto entre placa de anclaje y superficie de excavación u hormigón proyectado.

7.6.1.2 Pernos de barras de acero con mortero

Consisten de una barra corrugada de acero deformado en frío, provista con una rosca en su extremo anterior, sobre la que se fija una tuerca con placa de anclaje y arandela. Esta barra se coloca en una perforación previamente rellena con mortero o lechada de cemento, lográndose así un contacto perno-roca continuo a lo largo de toda la perforación. Mediante la tuerca y placa se logra la fijación del extremo anterior de la barra a la superficie de excavación u hormigón proyectado.

7.6.1.3 Pernos inyectados autoperforantes

Consisten de una barra de acero hueca de elevada resistencia con rosca exterior continua, provista de tuerca, placa de anclaje y arandela en su extremo anterior y de una broca de perforado roscada en su extremo posterior. La barra de acero hueca provista de broca se emplea como barreno de perforación, instalándose ésta mediante rotopercusión o rotación. Simultáneamente con la instalación, el perno se inyecta con lechada de cemento, estableciéndose así un contacto barra roscada-roca continuo a lo largo de toda la perforación. Mediante la tuerca y placa se logra la fijación del extremo anterior de la barra a la superficie de excavación u hormigón proyectado.

7.6.1.4 Pernos de tubos de acero inyectados

Consisten de un tubo de acero, provisto de una rosca, tuerca, placa de anclaje y arandela en su extremo anterior. El tubo de acero se coloca o se hinca dentro de una perforación, o se hinca directamente en el macizo, cuando las condiciones lo permiten. Posteriormente, se efectúa la inyección con mortero o lechada de cemento a través del mismo tubo hasta que todo el espacio anular entre tubo y perforación quede sellado. Mediante la tuerca y placa de anclaje se logra la fijación del extremo anterior de la barra a la superficie de excavación u hormigón proyectado.

6.1.5 Anclajes de roca



Los anclajes de roca se componen de barras de acero especial pretensado, provistas de rosca, tuerca, placa de anclaje y arandela en su extremo anterior, y de tubos para inyección de lechada de cemento y elementos de centrado de la barra en la perforación. La barra presenta una longitud de fijación en su extremo posterior, quedando el resto de la longitud libre para deformarse durante la acción de pretensado. En función de la durabilidad del anclaje, éste será de simple o doble protección contra corrosión, siendo necesaria la doble protección para una vida útil mayor a 2 años. La protección simple se logra mediante la inyección de la barra con lechada de cemento en obra, mientras que la doble protección, adicionalmente a esta inyección de obra, prevé la colocación de la barra dentro de una vaina que se inyecta en fábrica. Mediante el cabezal y la placa de anclaje se efectúa el pretensado de la barra. La inyección de la longitud libre de la barra se efectúa una vez que el anclaje ya no requiera ningún pretensado más.

En el presente proyecto no se prevé el empleo de anclajes de roca como parte del sistema de soporte de las cavidades; no obstante, se prevé el empleo de anclajes de roca de protección simple y doble contra la corrosión como parte de estas especificaciones, de modo que se disponga de estos elementos de soporte como refuerzo eventual, cuya implementación podrá ser requerida por la Supervisión de Obra de acuerdo a las necesidades particulares de la obra.

7.6.1.6 Carga de rotura o carga última

Todo perno o anclaje de roca posee una capacidad de absorber esfuerzos de tracción que está dada por la resistencia propia del acero del perno o de la adherencia que se establece entre el perno y el suelo. La carga de rotura o carga última que se requiere por parte de los pernos hace referencia a ambas resistencias, tanto la propia del acero, cuando éste alcanza su tensión de fluencia, como también a la del anclaje perno - suelo.

7.6.2 Requerimientos Generales

Siempre que el Concesionario emplee aceros de tipo no convencional en Perú, se requiere que, con suficiente anticipación al empleo de pernos o anclajes de roca, se presente ante la Supervisión de Obra los certificados de calidad del tipo de acero previsto. No se podrá emplear ningún tipo de producto fabricado con un acero especial sin que antes la Supervisión de Obra haya otorgado su aprobación. Cualquier parte del perno o anclaje de roca que transmita cargas, como la rosca, placa de anclaje, tuerca, cabezal o acoplamientos deberá, como mínimo, poseer la misma carga de rotura característica que la barra misma y deberá ser compatible con el tipo de perno propuesto. Para todos los tipos de pernos de roca, el Concesionario deberá proveer placas de anclaje con las dimensiones mínimas de acuerdo con la carga última.

La construcción de la placa y tuerca de anclaje deberá ser tal que permita que las placas, estando en perfecto contacto con la tuerca de anclaje, puedan quedar orientadas respecto del eje del perno en un ángulo diferente al ángulo recto.

En general se requiere del Concesionario que, después de instalado un perno de roca, tome la precaución de establecer un contacto perfecto entre la placa de anclaje y la superficie de macizo o de soporte de hormigón proyectado, instalando, siempre que ello sea necesario, una base de mortero de cemento rápido entre la placa y la superficie. Asimismo, se requiere del



Concesionario que, para todos los pernos de roca con tuerca de anclaje, ajuste ésta una vez fraguado el mortero citado hasta lograr un perfecto contacto entre placa y superficie de contacto. Para ello el Concesionario debe emplear una llave neumática, que pueda ser calibrada en el valor de torque, que la Supervisión de Obra defina para la puesta en contacto de la placa del perno.

La orientación y punto de instalación definitivos de cualquier perno de anclaje deberán ser determinados en obra en función de las condiciones particulares del macizo, en particular de su estructura geológica en término de discontinuidades, esquistosidad, etc. Si bien la orientación y punto de aplicación están determinados en el diseño de detalle, se requerirá que el Concesionario prevea la necesidad de implementación de los ajustes citados, en la obra.

La cabeza o el cabezal de cualquier perno o anclaje de roca instalado deberán quedar libres para inspección hasta que la Supervisión de Obra haya aprobado la instalación del perno. Recién después el Concesionario podrá cubrir el cabezal de un perno mediante hormigón proyectado. Los anclajes de roca no deberán ser pretensados hasta que el hormigón proyectado haya alcanzado una resistencia suficiente para poder absorber las fuerzas que se generan por la acción del pretensado. Los pernos podrán ser instalados, bien entre arcos de acero o en coincidencia con los arcos de acero parte del sistema de soporte primario de las cavidades. En el segundo caso los pernos deberán ser instalados de tal manera que la placa de anclaje quede en perfecto contacto con el marco de acero, ejerciendo la presión de contacto sobre éste.

Será responsabilidad del Concesionario la ejecución de perforaciones para instalación de pernos o anclajes de roca con un diámetro apropiado, tanto en función del tipo de perno, como con relación a las condiciones del macizo de roca reinante. En general se requiere del Concesionario, que efectúe una perfecta limpieza de las perforaciones para pernos o anclajes de roca antes de instalar éstos. La necesidad de instalación de pernos o anclajes de roca está en función del tipo de clase geotécnica en que se está construyendo la cavidad; su localización quedará definida en los planos del diseño de la Ingeniería de Detalle.

7.6.3 Materiales - Requerimientos Especificos

7.6.3.1 Pernos de Fricción

Los pernos de fricción sólo podrán ser provistos por un fabricante aprobado por la Supervisión de Obra. Se requiere que en caso de empleo de pernos de fricción se detalle en los Estudios de la Ingeniería de Detalle las cargas de rotura, y el diámetro de perforación.

Las placas del cabezal de anclaje de los pernos de fricción deberán estar específicamente diseñadas para el tipo de perno empleado.

Sólo deberá emplearse el equipamiento de instalación de pernos recomendado por el fabricante de éstos. Siempre que la Supervisión de Obra lo requiera o que el Concesionario lo crea oportuno, se podrán emplear pernos de fricción de mayor capacidad de absorción de elongaciones.

7.6.3.2 Pernos de Barras de Acero con Mortero



Los pernos de barras de acero sólo podrán ser provistos por un fabricante aprobado por la Supervisión de Obra. Los pernos de barras de acero instalados con mortero de cemento deberán estar constituidos por barras de acero perfiladas deformadas en frío, debiendo tener una resistencia característica de fluencia de 420 N/mm^2 . La carga de rotura característica del perno resultará de multiplicar la resistencia característica de fluencia por el área transversal nominal de la barra. En el diseño de la Ingeniería de Detalle deberá estar indicada la carga de rotura, la elongación de rotura mínima y máxima, y la elongación uniforme de rotura mínima.

El cemento empleado para el mortero o la suspensión de cemento de fijación del perno deberá ser de alta calidad, de modo que los pernos puedan soportar el sesenta por ciento (60 %) de la carga de rotura característica 24 horas después de su instalación. Siempre que el Concesionario prevea el empleo de pernos de barras de acero pretensados, con longitud de anclaje en el extremo posterior, se requiere que presente su descripción y ejecute los ensayos de aptitud, como los requeridos en el ítem 7.6.5 esta Especificación Técnica.

7.6.3.3 Pernos Autoperforantes Inyectados

Los pernos autoperforantes inyectados sólo podrán ser provistos por un fabricante aprobado por la Supervisión de Obra. Los pernos autoperforantes inyectados deben estar constituidos por barras de acero huecas, provistas con una rosca continua en toda su longitud y capaces de poder ser extendidas mediante manguitos de conexión, para, de esta manera, poder conformar la longitud total requerida por diseño. La carga de rotura característica de los pernos deberá ser indicada en los planos de la Ingeniería de Detalle. La carga de rotura especificada debe ser aplicable tanto para las barras como para los manguitos y cualquier otro elemento de fijación, como placa, tuerca, etc.

Los pernos deberán estar provistos de perforaciones de inyección en el último metro del extremo posterior de la barra y en la misma broca de perforación. La inyección del perno mediante lechada de cemento deberá ser efectuada de tal forma que todo el espacio anular entre éste y el suelo quede perfectamente inyectado.

7.6.3.4 Pernos de Tubos de Acero Inyectados

Los pernos de tubos de acero inyectables sólo podrán ser provistos por un fabricante aprobado por la Supervisión de Obra.

Estos pernos deberán estar constituidos por tubos de acero dulce con resistencia característica de fluencia de 240 N/mm^2 , que sea apto para ser soldado. Los mismos quedan instalados envueltos en mortero y rellenos con éste.

Los estudios de la Ingeniería de Detalle deberán indicar la carga de rotura característica del perno, que resultará de multiplicar la resistencia característica de fluencia por el área transversal nominal del tubo, el espesor mínimo de las paredes del tubo, el diámetro interno, el diámetro y la geometría de las perforaciones. En el extremo anterior el tubo deberá estar provisto de una rosca que permita el acoplamiento con la manguera de inyección del medio de inyección. En el extremo posterior se deberá soldar una punta de acero que permita el hincado del perno dentro de una perforación o directamente dentro de un subsuelo de características blandas.



7.6.3.5 Pernos Con Cartucho Químico

Los pernos con cartucho químico son pernos convencionales constituidos por una barra o por barras acopladas y por los accesorios correspondientes, en este caso anclaje con cartucho químico. Para las especificaciones con relación al perno convencional hágase referencia al párrafo 7.6.3.2.

El cartucho químico para el anclaje de los pernos en la roca, estará constituido por un tubo de vidrio o funda plástica que contendrá, en forma separada, una resina y el correspondiente acelerador. La resina será poliéster u otro producto similar mezclado con finos de minerales seleccionados. El acelerador contendrá un catalizador altamente reactivo.

Los cartuchos tendrán un largo de aproximadamente 40 cm o múltiplos de 40 cm y un diámetro entre 20 y 30 mm. La longitud del tramo de anclaje variará normalmente entre 40 y 100 cm de acuerdo a las pruebas preliminares que serán ejecutadas por el Concesionario.

La resina deberá tener las siguientes características físicas después de la polimerización:

Resistencia y Retiro	Características
Resistencia a la compresión	2 500 kg/cm ² mínimo
Resistencia a la tracción	200 kg/cm ² mínimo
Retiro lineal después de la polimerización	1% máximo

Los cartuchos químicos serán del tipo resistente al agua y el tiempo de inicio del fraguado será entre uno (1) a cinco (5) minutos, según las necesidades constructivas; el tiempo de terminación del fraguado no será superior a las 24 horas.

Los pernos con anclaje constituido de cartuchos químicos serán introducidos hasta el fondo del taladro por medio del perno mismo o con otro medio idóneo y con tal cuidado que no se rompa. Cuando los cartuchos alcancen el fondo, se deberá iniciar la rotación y la presión del perno por medio de una llave apropiada aplicada a la rosca, hasta que la resina y su acelerador estén completamente mezclados entre sí. El perno, después de haber sido rotado por lo menos 20 vueltas, será sostenido con firmeza hasta el comienzo del fraguado de la resina.

7.6.3.6 Anclajes de Roca

Sólo se podrán emplear anclajes de roca producidos por un fabricante aprobado por la Supervisión de Obra. Los anclajes de roca deberán ser fabricados sobre la base de barras de acero de pretensado de alta resistencia grado 270 ksi (St 1570/1770), o equivalente, que cumpla con los requerimientos de la norma ASTM A 416 o la Norma Alemana DIN 17.100 o con alguna norma internacional equivalente, aprobada por la Supervisión de Obra.

La carga de rotura de anclajes de roca deberá ser la que se indicará en los planos del diseño de la Ingeniería de Detalle.



La longitud de anclaje de los anclajes de roca deberá ser como mínimo de 5m. Sin perjuicio de ello, el Concesionario deberá verificar la suficiencia de esta longitud a través de ensayos de aptitud en atención a lo establecido en el ítem 7.6.5 de esta especificación. Sobre la base de los resultados de estos ensayos, la longitud de anclaje podrá ser aumentada, según lo requiera la Supervisión de Obra. Con relación a los materiales, ejecución y función del bulbo de anclaje se requiere, más allá de las especificaciones presentes, el cumplimiento de la norma DIN 4227 - Sección 5 o alguna norma internacional equivalente aprobada por la Supervisión de Obra.

Los anclajes de roca deberán estar equipados con un sistema de obturadores (packers) que permita la inyección de la longitud de anclaje. Con anticipación a la cobertura del cabezal del anclaje con hormigón proyectado o gunita, la longitud libre de elongación de la barra del anclaje deberá ser inyectada de la forma en que lo requiera la Supervisión de Obra.

El concreto rígido u hormigón proyectado que se encuentre debajo del cabezal de anclaje deberá ser reforzado mediante una barra de acero de forma helicoidal o de algún otro tipo de refuerzo que sea aprobada por la Supervisión de Obra. El espesor mínimo de concreto u hormigón proyectado bajo la cabeza de anclaje deberá ser de 500mm o del espesor que se indique en los planos de la Ingeniería de Detalle.

Se requiere el empleo de elementos de centrado de la barra de anclaje para asegurar una cobertura uniforme de ésta con el medio de inyección. Todo accesorio del anclaje, como elementos de centrado, acoplamientos, tubos de inyección, forma y tipo de inyección, etc., deberá cumplir con los requerimientos del fabricante del anclaje y con los resultados de los ensayos de aptitud. El Concesionario deberá presentar a la Supervisión de Obra, para su aprobación, una descripción detallada del sistema de anclaje previsto, demostrando que es apto para los objetivos que se persiguen.

7.6.3.7 Suspensión y Mortero de Cemento

Suspensiones y morteros de cemento empleados para la inyección de pernos o anclajes de roca deberán cumplir con las especificaciones contenidas en el ítem 14.5 de las presentes especificaciones. Tanto la composición de la suspensión o mortero de cemento, como la presión de inyección y la cantidad de material inyectado deberán ser determinadas de acuerdo a las condiciones de subsuelo reinantes. El cemento empleado para la inyección de pernos o anclajes debe ser cemento Portland ordinario o cemento Portland de endurecimiento rápido, según se requiera por el tipo de elemento de soporte. Sólo se podrán emplear inyecciones con resinas en caso de ser estas aprobadas por la Supervisión de Obra.

7.6.4 Instalación

7.6.4.1 Generalidades

La oportunidad de instalación de cualquier perno o anclaje de roca debe ser consignada en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobados, que deben muestrear la secuencia de excavación y de instalación del soporte primario de las cavidades subterráneas. Se requiere que el Concesionario indique en los planos de la Ingeniería de Detalle, y respete en la fase de construcción estrictamente, los plazos y distancias detrás del frente de excavación máximos para la instalación de estos refuerzos. Sólo con la expresa aprobación de la Supervisión de Obra se podrá modificar algunos de estos plazos preestablecidos.



Siempre que se requieran perforaciones para la instalación de pernos que no sean autoperforantes, el diámetro de perforación deberá estar dentro del rango recomendado por los fabricantes o por la Supervisión de Obra, de modo que se garantice una perfecta adherencia entre el perno y el suelo, en particular en aquellos casos en que se requiere el empleo de manguitos de conexión de dos o más barras independientes.

La precisión en la ejecución de perforaciones, tanto para pernos autoperforantes como para cualquier otro tipo de perno o anclaje, deberá ajustarse a lo especificado en el capítulo 8 de las presentes especificaciones.

Más allá de la instalación sistemática de pernos o anclajes, como será requerido a través de los planos de la Ingeniería de Detalle, el Concesionario deberá instalar estos refuerzos en todos aquellos sitios requeridos adicionalmente por parte de la Supervisión de Obra para garantizar la estabilidad de la cavidad. Los procedimientos detallados a ser adoptados para la instalación de los pernos deberán estar de acuerdo con las Especificaciones Técnicas de Detalle presentadas por el Concesionario y aprobadas por la Supervisión de Obra.

En función de las características geotécnicas del macizo excavado puede resultar indispensable como garantía de estabilidad de la cavidad, que, prácticamente en forma simultánea con la excavación, deban instalarse pernos en el frente de excavación. Pernos apropiados para estas situaciones suelen ser los pernos de fricción o pernos autoperforantes inyectados.

En general, cualquier parte de acero de un perno o anclaje de roca expuesta, y a la que no se requiera acceso ulterior, tal como la cabeza o la placa de fijación, deberá ser recubierta con hormigón proyectado, evitándose la generación de cantos angulosos, debiendo ser el espesor de cubierta mayor o igual a 25 mm y el radio de aplicación no menor a 0,2 m.

Los pernos de anclaje deberán quedar instalados de modo tal que su cabeza, una vez cubierta con hormigón proyectado, no se introduzca dentro del perfil de la cavidad por encima de la línea teórica definida en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobados para la cara interna del soporte primario de las cavidades. Toda cabeza de perno de anclaje que no se ajuste a este requerimiento deberá ser ajustada convenientemente. Si esto no fuera posible sin que el perno sea cortado, el Concesionario deberá instalar, anticipadamente al corte del perno, un nuevo perno de las mismas características.

No se permitirá la soldadura de ningún perno, excepto la soldadura de puntas de acero sobre los pernos de tubos inyectados. Todas las prolongaciones de barras o tubos deberán ser ejecutadas mediante el empleo de manguitos de fabricación reconocida y que sean recomendados por el fabricante de los pernos y aprobados por la Supervisión de Obra.

Las perforaciones para pernos y anclajes deberán ser efectuadas con brocas afiladas, de modo que éstas queden uniformizadas con las paredes lisas y uniformes. Con anticipación a la instalación de un perno o anclaje de roca, el Concesionario deberá limpiar la perforación de todo escombro o residuo de la perforación.

7.6.4.2 Pernos de Fricción

La instalación de los pernos de fricción deberá ser efectuada dentro de las primeras dos (2) horas después de haberse completado la perforación. Excepto que la Supervisión de Obra lo



disponga de otra manera, el espesor mínimo de hormigón proyectado que deberá instalarse debajo de la placa de anclaje deberá ser como mínimo de 50 mm de espesor. La instalación de los pernos de fricción deberá ajustarse estrictamente a los requerimientos del fabricante.

En el extremo anterior del perno deberá colocarse un tubo camisa exterior de mínimo 200 mm de longitud, con el que se evitará la expansión del perno en este sector.

7.6.4.3 Pernos de Barras de Acero con Mortero

El almacenamiento, manejo e instalación de los pernos de barras de acero deberán llevarse a cabo como lo indique el fabricante de los pernos y, en general, de acuerdo a los requerimientos siguientes.

La instalación de los pernos de barras de acero deberá ser efectuada dentro de las primeras dos (2) horas después de haberse completado la perforación. El Concesionario deberá establecer una superficie lisa y plana para garantizar un buen asiento de la placa del perno. Para ello podrán ser necesarias acciones de picado de la superficie de hormigón proyectado o del propio macizo, así como también, alternativa o complementariamente, la instalación de mortero rápido para alisado de la superficie. Siempre que se requiera la instalación de mortero, éste deberá cubrir una superficie que exceda en 10 mm las dimensiones de la placa de anclaje, debiendo sus cantos ser terminados con chaflanes a 45°.

Siempre que las condiciones de instalación del perno lo requieran, el Concesionario deberá proveer la barra de acero con dos tubos plásticos, uno de longitud igual a la barra, el otro de aproximadamente 20 cm de longitud, instalado en la boca de la perforación. La inyección podrá hacerse después que se haya completado y endurecido suficientemente el cuello de mortero en el extremo anterior de la barra, a través del que deberá penetrar el tubo más corto. La inyección se deberá hacer, siempre en función de la inclinación de la perforación, a través del tubo corto (inclinación hacia arriba) o del largo (inclinación hacia abajo), sirviendo el otro tubo como tubo de venteo. Derrames de mortero o lechada de inyección sobre partes expuestas del perno deberán ser limpiados.

El espesor de hormigón proyectado debajo de la placa de anclaje deberá ser, como mínimo, igual al mostrado en los planos de detalle.

Barras de pernos que sean instalados sobre cabeza deberán ser fijadas mediante cuñas de madera u otros dispositivos hasta que el mortero haya endurecido lo suficiente.

El perno deberá ser provisto con placa, arandela y tuerca inmediatamente después de la instalación. La tuerca deberá ser ajustada una vez que el mortero o lechada de inyección haya endurecido lo suficiente para resistir la fuerza de pretensado especificada en el siguiente punto, pero no más de doce (12) horas después de la instalación.

La tuerca del perno deberá ser ajustada a través de una llave neumática de torque calibrada, ejerciéndose una fuerza de pretensado aproximadamente igual al 10% de la carga última del perno.

La placa y tuerca del perno deberán quedar en perfecto contacto con la superficie de hormigón proyectado.

Siempre que la placa de anclaje se instale después de la primera aplicación de hormigón proyectado y que posteriormente se apliquen más capas de concreto, el Concesionario deberá



reinstalar la placa sobre la última capa o, alternativamente, instalar una segunda placa y tuerca de anclaje sobre ésta.

7.6.4.4 Pernos Autoperforantes Inyectados

Los pernos autoperforantes inyectados son de aplicación en roca alterada o muy meteorizada, pero también en roca de mejor calidad en la que por motivos del fracturamiento no se puede mantener la estabilidad de las paredes de la perforación.

Los pernos de inyección autoperforantes se instalarán mediante máquina perforadora siendo, el mismo perno con su broca, el barreno de perforación y quedando instalado, una vez completada la longitud deseada, en el terreno. La broca quedará perdida dentro de la perforación.

Las longitudes de pernos indicadas en los planos deberán ser especificadas por el Concesionario a través del acoplamiento de barras individuales de longitud disponible en el mercado.

La inyección del perno se deberá efectuar directamente a través de la barra hueca del perno mediante suspensión de cemento, la que penetrará dentro al espacio anular entre perno y suelo a través de las perforaciones previstas para ese efecto. el Concesionario debe efectuar la operación de inyección simultáneamente con la instalación del perno, es decir, durante el perforado del mismo. El perno se adhiere al suelo a través de la suspensión de cemento inyectada. Debido a que la inyección se realiza a presión, además del espacio anular entre perno y suelo, quedará inyectado un sector del suelo circundante al perno, lográndose con ello un mejoramiento del mismo y el consiguiente aumento de adherencia.

Con anticipación a la instalación de este tipo de pernos en diferentes condiciones de macizo, el Concesionario deberá convenir con la Supervisión de Obra, con el grado de detalle requerido, el procedimiento de inyección, en lo que a secuencia, presión y material de inyección se refiere. Las citadas variables serán determinadas sobre la base de los resultados de los ensayos de aptitud ejecutados por parte del Concesionario.

7.6.4.5 Pernos de Tubos de Acero Inyectados

Los pernos de tubos de acero inyectados son de aplicación en suelos o en roca alterada o muy fracturada, en las que las paredes de una perforación no se mantienen estables. Su aplicación se prevé sólo para aquellos casos en que, a través de los ensayos de aptitud, se pudo verificar que su acción es más eficiente que la de los pernos autoperforados inyectados.

En función de las características geológicas del macizo, estos pernos podrán ser instalados directamente a través de hincado, es decir, sin necesidad de ejecución de una perforación previa, o, en caso de requerimiento, mediante la citada perforación.

Con anticipación a la instalación de este tipo de pernos en diferentes condiciones de macizo, el Concesionario deberá convenir con la Supervisión de Obra, con el grado de detalle requerido, el procedimiento de inyección, en lo que a secuencia, presión y material de inyección se refiere. Las citadas variables serán determinadas sobre la base de los resultados de los ensayos de aptitud ejecutados por parte del Concesionario.



La inyección de los pernos de tubos de acero se deberá efectuar después que el tubo haya quedado hincado en el macizo a la profundidad requerida. Anticipadamente a la inyección, el Concesionario deberá sellar el espacio anular anterior entre tubo y macizo a través de la ejecución de un cuello de mortero rápido. Una vez endurecido convenientemente éste, deberá ejecutarse la inyección de mortero o lechada de cemento a través de una manguera conectada a la boca del tubo.

7.6.4.6 Anclajes de Roca

Los anclajes de roca deberán ser almacenados, manejados e instalados en atención a los requerimientos de alguna norma internacional apropiada, como, por ejemplo, la norma británica BS 8081 o la norma alemana DIN 4125. Asimismo, deberán tenerse en cuenta las disposiciones siguientes del presente ítem, o métodos alternativos propuestos para los tipos de anclajes de roca previstos por parte del Concesionario, siempre que éstos sean aprobados por la Supervisión de Obra.

En general, la localización de los anclajes activos pretensados está prefijada por razones estructurales en sitios particulares, como por ejemplo intersección de cavidades o geometrías de excavación que requieren de refuerzos. No obstante, si debido a condiciones particulares del subsuelo resultara conveniente, el Concesionario podrá solicitar a la Supervisión de Obra adaptaciones en la disposición de los anclajes para ajustarse lo mejor posible a la situación particular respectiva.

El diámetro de la perforación de anclajes de roca pretensados deberá responder a las recomendaciones del fabricante del anclaje de manera que se garantice una instalación y un posicionamiento adecuados y la presentación de un bulbo de anclaje de dimensiones mínimas necesarias para proveer la resistencia a la fricción requerida. Diámetros comunes de perforaciones se encuentran en el rango de 80 a 150 mm.

En todo caso deberán tomarse como base los resultados de los ensayos de aptitud de los anclajes para la adopción del diámetro de perforación mínimo.

La precisión en la instalación de anclajes de roca deberá ser la requerida en el capítulo 8 de las presentes especificaciones.

El Concesionario deberá asegurar que la perforación, inclusive la longitud de anclaje, esté completamente libre de escombros de la perforación, antes de proceder a la instalación del anclaje. Para ello el Concesionario limpiará la perforación a satisfacción de la Supervisión de Obra. Con anticipación al pretensado de la barra, el Concesionario deberá haber garantizado que la longitud de anclaje de la barra haya quedado completa y perfectamente inyectada, para lo cual será indispensable efectuar la inyección a través de un sistema de obturación mediante un tipo de packer apropiado.

El procedimiento de instalación de anclajes activos pretensados deberá responder a la metodología de trabajo propuesta por el Concesionario y aprobada por la Supervisión de Obra. La inyección de suspensión o mortero de cemento para la realización del bulbo de anclaje deberá ejecutarse de tal forma que garantizar que la longitud del mismo sea la requerida, no debiendo producirse ni excesos ni defectos. En caso de necesidad, el mortero o suspensión excedentes deberán ser eliminados mediante el lavado de la perforación. En caso de



perforaciones inclinadas hacia arriba se requerirá el empleo de obturadores, tubos de inyección y de aireado.

Siempre que a raíz de los resultados de los ensayos de aptitud se haya concluido que para la garantía de adherencia del bulbo sea necesario efectuar una segunda inyección o post-inyección a elevadas presiones, el Concesionario deberá proveer los dispositivos y equipos necesarios para ejecutar la misma a satisfacción de la Supervisión de Obra.

Después de la instalación del anclaje en la perforación y la inyección del bulbo, el Concesionario deberá equipar la barra mediante todos los accesorios que conforman su cabeza, tales como placa, tuerca o cuñas o cualquier otro elemento adicional, como lo es, por ejemplo, el plato de carga para medición de la carga del anclaje, siempre que éste se haya requerido en los planos o sea solicitado por la Supervisión de Obra.

En general, queda estrictamente prohibido el acoplamiento de barras individuales de anclaje mediante soldadura. Siempre que se requiera la extensión de barras de anclaje, el Concesionario deberá emplear para ello acoplamientos especiales aprobados por la Supervisión de Obra.

En cuanto el anclaje esté preparado a satisfacción de la Supervisión de Obra y ésta haya dado la aprobación para el inicio del proceso de pretensado, el Concesionario deberá pretensar la barra hasta alcanzar el 50% de la carga última de diseño requerida en los planos del proyecto, empleando para ello los dispositivos y herramientas compatibles con las recomendaciones de los fabricantes del anclaje. El procedimiento de pretensado deberá ser aprobado por la Supervisión de Obra.

Inmediatamente después de haberse completado el ensayo de aceptación en obra del anclaje, el Concesionario deberá pretensar la barra hasta la carga de servicio o de pretensado particular requerida en los planos del proyecto, empleando para ello los dispositivos y herramientas recomendados por el fabricante.

Las fuerzas de pretensado establecidas en los anclajes deberán contemplar, además de la pérdida de carga por deformaciones elásticas del anclaje, una posible pérdida de carga por la acción de pretensado de anclajes vecinos. el Concesionario debe ejecutar un análisis de esta pérdida de carga, presentarlo a consideración de la Supervisión de Obra, y asegurar la previsión de un pretensado suficiente que garantice la compensación de este tipo de pérdidas.

La tuerca de ajuste del anclaje deberá estar dispuesta libremente sobre la rosca del extremo anterior de la barra y deberá ser ajustada mediante un dispositivo hidráulico, que tenga una capacidad de pretensado mínima de 150 % de la carga última del anclaje. No se admitirá el empleo de dispositivos manuales o mecánicos de aplicación de torque. Los dispositivos de pretensado deberán estar calibrados y ser aptos para registrar la carga aplicada hasta los 10 kN más cercanos a la carga establecida. El Concesionario deberá proveer a la Supervisión de Obra un certificado del dispositivo de pretensado. La precisión de éste deberá ser verificada a lo largo de la ejecución de la obra siempre que la Supervisión de Obra lo requiera.

Siempre que por parte del diseño de detalle o por indicación expresa de la Supervisión de Obra no se requiera de un postensado del anclaje, una vez completado el pretensado de la barra, el Concesionario deberá inyectar el sector de barra que constituye la longitud libre del anclaje mediante un mortero previamente aprobado por la Supervisión de Obra.



Una vez completado el proceso de pretensado del anclaje y que éste haya sido inyectado completamente, es decir, que haya quedado definitivamente fijado, el cabezal deberá ser recubierto con gunita o hormigón proyectado, de modo que se asegure la protección contra la corrosión.

La placa de anclaje deberá quedar asentada sobre un plano perpendicular al eje de la perforación. Este plano podrá estar constituido por una superficie de acero, una capa de hormigón proyectado, una aplicación de concreto fundido rígido, mortero epóxico o algún otro tipo de mortero aprobado por la Supervisión de Obra. La superficie deberá ser tratada de manera que se garantice su uniformidad y lisura. El espesor de mortero o material de apoyo, así como la armadura de refuerzo deberán ajustarse a la carga última de diseño del anclaje. En general, la disposición definitiva del asentamiento de la cabeza del anclaje quedará sujeta a la aprobación de la Supervisión de Obra.

Todo anclaje con bulbo de anclaje defectuoso o dañado o sobretensionado deberá ser reemplazado por parte del Concesionario.

Siempre que un anclaje de roca no cumpla con los requerimientos establecidos en el ítem 7.6.5 de esta especificación en relación a su ensayo de aceptación en obra, el Concesionario deberá reemplazarlo por un nuevo anclaje de las mismas características, el que deberá quedar instalado en una nueva perforación situada en inmediaciones de la primera en un sitio aprobado por la Supervisión de Obra.

Salvo autorización expresa por parte de la Supervisión de Obra, ningún anclaje que haya sido pretensado podrá ser destensado para efectuar inyecciones adicionales o por cualquier otra causa esgrimida por parte del Concesionario.

En general, todos los anclajes activos pretensados temporales deberán ser destensados una vez que hayan cumplido con su función para la que fueron previstos. El destensado de los anclajes deberá ser efectuado por el Concesionario a satisfacción de la Supervisión de Obra y previa autorización de la misma. En general no se requerirá, salvo indicaciones expresas contrarias de la Supervisión de Obra, la extracción de los anclajes activos después de su destensado. No obstante, se requerirá la eliminación del cabezal del mismo y el corte de la barra o de los cables de acero de tal manera que no deje huellas visibles de su existencia. En sectores que no quedarán expuestos será admisible, previa aprobación por parte de la Supervisión de Obra, que los cabezales de los anclajes queden instalados.

En general, el Concesionario instalará todo tipo de dispositivos o instrumentos de medición o geotécnicos indicado en los planos del proyecto o requerido oportunamente por la Supervisión de Obra, considerado necesario para verificar la acción de anclajes activos pretensados o la influencia de los mismos sobre el terreno o estructuras adyacentes.

7.6.5 Pruebas y Ensayos

7.6.5.1 Generalidades

En general, el Concesionario ejecutará ensayos de aptitud antes del inicio de la obra, igualmente, ensayos de aceptación durante la ejecución de los trabajos. Ambos tipos de ensayos se aplican tanto a los pernos y anclajes de roca, como a los morteros o suspensiones de cemento utilizados.



Con anticipación al empleo de cualquier tipo de perno de roca en obra, el Concesionario deberá haber completado exitosamente el programa de ensayos que son previos a la instalación, tal como es requerido en la presente especificación. No se admitirá el empleo de tipos de pernos en la obra para los que no se haya podido demostrar la aptitud anticipadamente. La Supervisión de Obra se reserva el derecho de admitir que el Concesionario haga un segundo intento de cumplimiento del programa de ensayos después del fallo del primero, o de requerir, en cambio, que el Concesionario modifique el tipo de perno propuesto, por otro tipo.

Los ensayos deberán realizarse en condiciones de subsuelo geológicamente similares a las esperadas durante el avance del túnel. La ubicación de los pernos a ser ensayados deberá ser aprobada por la Supervisión de Obra. Asimismo, el tipo de pernos ensayados anticipadamente al inicio de la obra deberá ser idéntico al que se empleará luego, durante la ejecución de los trabajos.

El Concesionario deberá contar con un dispositivo de ensayo adecuado para traccionar pernos y anclajes para registrar elongaciones y tensiones y proveer, sobre la base de éstas, un protocolo que muestre la variación de elongaciones o desplazamientos de la barra en función de las fuerzas de tracción aplicadas.

En general, la Supervisión de Obra podrá requerir una repetición de los ensayos de aptitud o aceptación, siempre que haya modificaciones en los procedimientos o materiales o personal del Concesionario.

7.6.5.2 Ensayos de los Materiales

De acuerdo a lo especificado en el capítulo 8 "Sondeos, Perforaciones e Inyecciones" de las presentes especificaciones, deberán ensayarse suspensiones o morteros de cemento para inyección de pernos o anclajes de roca.

Los ensayos de aptitud para pernos y anclajes de roca deberán efectuarse en uno o varios sitios apropiados que deberán ser propuestos por el Concesionario para aprobación a la Supervisión de Obra antes del inicio de la obra. En este o estos sitios, el Concesionario deberá ensayar todos los tipos de pernos y anclajes de roca que se requieren en el diseño y los que, adicionalmente, el Concesionario se proponga emplear. Para la ejecución y verificación de ensayos de aptitud de pernos y anclajes se propone el empleo de la Norma Británica BS 8081 o la norma alemana DIN 21.521-2, para pernos de roca, y la norma alemana DIN 4125 para anclajes de roca pretensados, o cualquier otra norma aprobada por la Supervisión de Obra. Una vez concluidos los ensayos, el Concesionario deberá proveer a la Supervisión de Obra certificados de los resultados obtenidos.

Deberá ensayarse una cantidad mínima de 3 pernos o anclajes por cada tipo propuesto y longitud de perno prevista, siempre que esta cantidad asegure que se ha cubierto el espectro posible de condiciones de terreno previsibles para la obra. La Supervisión de Obra indicará si esta cantidad es suficiente o si es necesario efectuar una cantidad mayor de ensayos de aptitud, lo que le será comunicado al Concesionario en forma oportuna.

Los ensayos de aceptación de barras de acero de pernos y anclajes de roca deberán ser ejecutados por El Concesionario sobre la base de la norma británica BS 4447 o la norma alemana DIN 21.521-2 o de cualquier otra norma internacional propuesta que sea aceptada por



la Supervisión de Obra. Los ensayos deberán efectuarse sobre trozos de barras de pernos y anclajes incluyendo también los sectores roscados de los extremos anteriores de éstas, cada vez que el Concesionario suministre a la obra una nueva partida de pernos o anclajes.

Los ensayos de aceptación de las barras de pernos, como se requiriere en el punto anterior, deberán efectuarse, como mínimo, sobre 3 de cada 1.000 barras provistas a la obra, las que deberán ser ensayadas a la tracción hasta su rotura. En el caso de barras de anclajes de roca pretensados, 3 de cada 100 barras deberán ser ensayadas hasta la destrucción. Los ensayos podrán ser ejecutados en las instalaciones del fabricante o en la obra. Una vez concluidos los ensayos, el Concesionario deberá proveer a la Supervisión de Obra certificados de los resultados obtenidos. Siempre que un lote de pernos o anclajes de roca no cumpla con los requerimientos de aceptación establecidos en los siguientes ítems del presente capítulo para cada tipo de perno y para anclajes, el respectivo lote será considerado rechazado y deberá ser íntegramente reemplazado por un nuevo lote.

7.6.5.3 Ensayos sobre Pernos de Roca

Ensayos de aptitud

Los ensayos de aptitud deberán ser llevados a cabo de acuerdo a las disposiciones de la norma británica BS 8081, sección 11.2, o de la norma alemana DIN 21.521-2. Se deberán instalar, como mínimo, 3 pernos en condiciones geológicas similares a las previstas en el túnel. Dos de los tres pernos a ser ensayados deberán ser cargados hasta el 60 % de su carga de rotura 24 horas después de su instalación e inyección. El perno restante deberá ser cargado hasta el 80 % de la citada carga, después de tres días de haber sido instalado. Luego de haberse alcanzado el nivel de carga de ensayo requerido, cada perno deberá ser traccionado hasta su rotura. Deberá registrarse, en forma continua, la evolución fuerza/deformación a través de la ilustración de un diagrama apropiado. Este procedimiento podrá ser modificado, siempre que la Supervisión de Obra lo estime conveniente.

En cada una de las unidades litológicas previstas por el Concesionario se requiere la ejecución de ensayos de aptitud, como se especifica, sobre pernos de roca de 4 m de longitud. Para cada longitud y tipo de perno se requieren los 3 pernos de ensayo citados anteriormente.

Ensayos de aceptación en obra

Los pernos de roca provistos en obra deberán ser ensayados por la norma británica BS 8081, sección 11.4, o la norma alemana DIN 21.521-2. El 1 % de los pernos deberá ser ensayado con una carga de tracción igual al 60 % de la carga de rotura, 24 horas después de la instalación e inyección. Otro 1 % de los pernos de roca instalados e inyectados deberá ser ensayado con una carga de tracción del 80 % de la carga de rotura, en un plazo indicado por la Supervisión de Obra, en la obra. Deberán registrarse deformaciones y esfuerzos durante el ensayo completo y generarse un diagrama ilustrativo de los resultados.

Todo perno que no cumpla con el ensayo será rechazado y deberá ser reemplazado por parte del Concesionario a su propio cargo. El nuevo perno de reemplazo deberá ser ensayado bajo un 80 % de su carga de rotura en el mismo plazo en que se ejecutó el ensayo del perno anterior rechazado.



Siempre que el Concesionario emplee pernos de roca pretensionados, como son los pernos con fijación del extremo posterior de la barra a través de resinas especiales o de cuñas o cualquier otro tipo similar, se requerirá la ejecución de los ensayos de aptitud y de aceptación de los puntos (1) y (2) precedentes, bajo la aplicación de las mismas condiciones allí dispuestas.

Sin embargo, en lugar de cargas de ensayo de 60 y 80 % de la carga de rotura, ambos tipos de ensayos deberán ser ejecutados con una carga del 90 % de la carga última, después de un plazo de 3 a 21 días después de la instalación, o lo dispuesto por la Supervisión de Obra. Asimismo, para ensayos de aceptación en obra, deberá ensayarse un mínimo de 5 % de los pernos instalados, en lugar del 2 % especificado anteriormente.

7.6.5.4 Ensayos sobre Anclajes de Roca

7.6.5.4.1 Ensayos de aptitud anticipados a la obra

Los anclajes de roca a ser ensayados deberán ser instalados en las mismas condiciones en que se prevé serán instalados durante la obra. Los ensayos de aptitud deberán ser llevados a cabo de acuerdo a las disposiciones de la norma británica BS 8081, sección 11.2, o de la norma alemana DIN 4125. Se deberán instalar, como mínimo, 3 anclajes de 10 m de longitud total y 5 m de longitud de anclaje en condiciones geológicas similares a las previstas en el túnel, las que serán determinadas en obra por parte de la Supervisión de Obra. Los 3 anclajes deberán ser cargados hasta el 80 % de su carga de rotura, después de un plazo que será establecido oportunamente por la Supervisión de Obra. Sobre la base de los resultados obtenidos, la Supervisión de Obra podrá requerir la ejecución de ensayos de aptitud adicionales.

7.6.5.4.2 Ensayos de aptitud en la obra

En todo sitio en que se requiera la instalación de anclajes de roca pretensados, el Concesionario deberá ejecutar ensayos de aptitud en obra, anticipados a la instalación definitiva de los anclajes. Por lo tanto, estos ensayos deberán ser ejecutados antes de proceder a la excavación de sectores de las obras subterráneas donde se prevea su necesidad. Anticipadamente a la excavación de dichos sectores y a cualquier acción relacionada con los presentes ensayos de aptitud, el Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra una descripción y programa de excavación y ensayo, que deberá ser aprobado por aquella.

Los anclajes de roca a ser ensayados deberán ser del mismo tipo, capacidad y longitud que los previstos para los sitios respectivos y deberán ser instalados en condiciones del macizo, que sean representativas de las peores características encontradas en el sector de excavación ejecutado.

Los ensayos de aptitud deberán ser llevados a cabo de acuerdo a las disposiciones de la norma británica BS 8081, sección 11.3, o de la norma alemana DIN 4125.

Se deberán instalar, como mínimo, 3 anclajes del tipo y longitud que se prevén según diseño en el sector en cuestión. Los 3 anclajes deberán ser cargados hasta el 90 % de su carga de rotura, después de un plazo que será establecido oportunamente por la Supervisión de Obra.



Siempre que haya anclajes de instalación definitiva que no cumplan con los requerimientos del ensayo, éstos deberán ser reemplazados por nuevos anclajes, que deberán ser ensayados en las mismas condiciones. Sobre la base de los resultados obtenidos, la Supervisión de Obra podrá requerir la ejecución de ensayos de aptitud adicionales.

7.6.5.4.3 Ensayos de aceptación en obra

El Concesionario deberá efectuar ensayos de aceptación de anclajes de roca sobre el 100 % de los anclajes instalados en obra con una metodología que sea aprobada por parte de la Supervisión de Obra.

Los anclajes deberán ser ensayados de acuerdo con las disposiciones incluidas en la norma británica BS 8081, sección 11.4, o de la norma alemana DIN 4125.

Siempre que por alguna razón el Concesionario necesite o decida instalar anclajes de roca temporales o permanentes en forma agrupada de manera de que la distancia entre centros de bulbos de anclaje sea menor a 10 veces el diámetro de éstos, el Concesionario deberá verificar, sobre la base de ensayos de aptitud en obra, la capacidad resistente de todos los anclajes parte del grupo. Para ello deberá ensayar todos los anclajes, individualmente, de acuerdo a lo requerido a través del punto (2) anterior. Si el espaciamiento entre anclajes fuera menor a 1 m, se requiere que el Concesionario ejecute el mismo tipo de ensayo de aptitud, con la diferencia que la carga de tracción tendrá que ser aplicada simultáneamente a más de un anclaje, en la forma en que oportunamente lo requiera la Supervisión de Obra.

7.6.6 Registros

El Concesionario deberá llevar registros de la instalación de los pernos y de los ensayos llevados a cabo sobre éstos. Los registros deberán ajustarse a los requerimientos de la norma británica BS 8081 o de la norma alemana DIN 21.521-2 o DIN 4125, según sea el caso, y tendrán que ser aprobados por la Supervisión de Obra.

Durante el perforado, el Concesionario deberá registrar todos los cambios en las condiciones del macizo evidenciadas a través de la presencia y forma de ingreso de agua, las velocidades de perforado y cualquier información relevante asociada a la perforación que sea requerida por la Supervisión de Obra.

Durante la inyección de pernos o anclajes el Concesionario deberá registrar datos tales como ubicación, tipo de perno o anclaje, antigüedad de la suspensión o mortero inyectado, temperatura del aire, presión de inyección, consumo de suspensión o mortero inyectado, detalles sobre muestras tomadas y ensayos ejecutados sobre éstas, como cualquier otro tipo de información relevante solicitada oportunamente por la Supervisión de Obra.

Se deberán registrar y protocolizar todos los detalles de los ensayos de tracción que se efectúen sobre pernos o anclajes de roca, tales como tipo de barra empleada, fecha de instalación y de inyección, fuerzas de tracción aplicadas, deformaciones y desplazamientos medidos, pérdidas de carga debido a asentamientos de placas del cabezal, otras posibles pérdidas que puedan ocurrir, como cualquier otra información requerida por parte de la Supervisión de Obra.



El Concesionario deberá acordar con la Supervisión de Obra el formato de todos los formularios de registro a ser empleados, manteniendo en obra copias actualizadas de todo registro, para ser entregado a la Supervisión de Obra ante su requerimiento.

7.7 ARCOS DE ACERO

7.7.1 Generalidades

Los arcos metálicos se componen de segmentos de perfiles de acero doblados y unidos mutuamente mediante grapas y bulones, de modo que, unidos, adquieren la geometría de la sección transversal de las cavidades subterráneas. Las dimensiones que determinan la geometría de los arcos deberán considerar todas las tolerancias que se han definido para la geometría de excavación de la cavidad, es decir, la tolerancia de deformación - medida adicional "A" - y la tolerancia de excavación - sobreexcavación "S" -, ambas definidas en el ítem 4 - "Tolerancias de excavación" de la presente especificación, de forma tal de quedar insertos dentro del soporte primario de hormigón proyectado.

Los arcos metálicos serán empleados para estabilizar la excavación subterránea en conjunto con el hormigón proyectado y los pernos.

En particular, una de las funciones específicas de los arcos de acero será el de proveer el apoyo que requerirán los elementos de soporte al frente. Los arcos metálicos deberán ser fabricados de modo que cumplan con los requerimientos geométricos de cada tipo de cavidad subterránea y espesor del soporte primario, y también, con la subdivisión de la sección transversal de la cavidad en sectores parciales.

El Concesionario será responsable de mantener almacenados en cada sitio de obra una cantidad suficiente de arcos de todos los tipos previstos en el diseño de la Ingeniería de Detalle. No se admitirá el intercambio de arcos en caso de falta de alguno de los perfiles o segmentos predoblados de geometría requerida.

Siempre que situaciones de este tipo se produzcan, la Supervisión de Obra interrumpirá la excavación en el frente de avance afectado.

Con anticipación a su instalación, los arcos de acero deberán ser limpiados completamente de grasa, aceite, pintura, óxido o cualquier otra suciedad que pueda evitar la adherencia del hormigón proyectado al acero.

Los arcos metálicos pueden ser de tipo campana o perfiles TH, cuyas uniones permiten la absorción de las deformaciones sin la pérdida de la capacidad portante del marco, de tipo reticulado, de perfiles de acero del tipo "I", doble T, o de otro tipo aprobado por el Supervisor de Obra.

Arcos del tipo TH o de perfil campana deberán ser instalados de forma tal que la parte cóncava del perfil quede orientada hacia el interior de la cavidad. De este modo se evitará que durante la proyección de hormigón proyectado se generen huecos detrás de los arcos.

Si la Supervisión de Obra ha aprobado la utilización de este tipo de soporte, los arcos reticulados de sección transversal triangular (de 3 barras longitudinales) deberán ser instalados de tal forma, que contra la superficie de excavación quede adosada la barra longitudinal única que conforma el vértice del marco triangular.



En clases geotécnicas en que el macizo muestre un comportamiento plástico que induzca al desarrollo de elevadas deformaciones, no se aceptará el empleo de arcos reticulados ni de arcos de perfiles "I".

7.7.2 Materiales

Los arcos de acero del tipo "TH" o perfil campana o perfil tipo "I" deberán ser, según la norma alemana DIN 21.544, de alguna de las siguientes calidades de acero: 31 Mn 4, 39 Mn 4, USt 37-1, RSt 37-1, USt 37-2, RSt 37-2, St 37-3, o de algún acero equivalente según alguna otra norma nacional o internacional aprobada por el Supervisor de Obra.

Siempre que se empleen arcos reticulados, los materiales constitutivos deberán responder a las siguientes características:

- Acero clase B St 500S, según norma alemana DIN 488, o equivalente;
- Soldaduras ejecutadas según requerimientos de la norma alemana DIN 4100;
- Ensayos de soldaduras ejecutados según norma alemana DIN 267;
- Conexiones entre segmentos de arcos, ejecutados según norma alemana DIN 18.200;

o de algún acero equivalente según alguna otra norma nacional o internacional aprobada por el Supervisor de Obra.

Los pernos de unión de segmentos de arcos deberán ser de acero de calidad ASTM A 325, o de alguna calidad de acero equivalente según alguna otra norma nacional o internacional aprobada por el Supervisor de Obra.

En general, el Concesionario deberá proveer a la Supervisión de Obra los certificados de cada tipo de acero y material o soldadura empleada.

7.7.3 Instalación

Los arcos de acero deberán ser instalados por el Concesionario de acuerdo a los planos para cada esquema de soporte típico previsto para las diferentes clases geotécnicas.

La instalación de los arcos deberá efectuarse en forma perpendicular al eje de la cavidad. Toda unión entre segmentos de un marco o apoyo de éste deberá tener la misma capacidad portante que el perfil del marco mismo. La segmentación de un marco completo en partes será responsabilidad del Concesionario.

Siempre que se requiera el empleo de los elementos de soporte al frente, los arcos de acero deberán ser instalados con una exactitud de ± 20 mm, tanto en nivel como en orientación, respecto de la posición teórica. Cuando no se requieran elementos de soporte al frente, se admitirá que los arcos se coloquen de tal forma que queden situados lo más cerca posible de la superficie de excavación.

Para poder ajustar los arcos metálicos y colocarlos en la alineación y niveles requeridos, se emplearán placas de apoyo y cuñas de madera.

Se deberán proveer barras espaciadoras para la conexión de un marco con el vecino y, de esa manera, asegurarlos en su posición. Éstas deberán ser confeccionadas con barras de acero de



16 mm de diámetro, dobladas convenientemente y conectadas a los arcos rigidamente, según se muestre en los planos.

Los arcos metálicos deberán ser recubiertos completamente con el hormigón proyectado y, de modo, obtener un sólido contacto entre el suelo y el arco con un recubrimiento mínimo de hormigón proyectado de 2 cm, salvo en sectores en que los arcos cumplen una función de soporte provisional, como puede ser el caso en sectores de cavidades en que, en forma diferida a la instalación de soporte, deban ejecutarse nuevas excavaciones, (por ejemplo, nichos o intersecciones de cavidades).

7.7.4 Tolerancias

Los arcos metálicos no deben apartarse radialmente de la geometría de diseño en más de ± 25 mm.

La longitud de un marco completo no debe apartarse de la de diseño en más de ± 25 mm.

Los arcos instalados no deberán apartarse de la posición de diseño en más de 50 mm.

7.8 ELEMENTOS DE SOPORTE AL FRENTE

7.8.1 General

En este apartado se definen los elementos de soporte que se instalan en el macizo de forma anticipada, en el frente de la cavidad excavada y a lo largo del perímetro de ésta, para evitar que durante la excavación se produzcan desprendimientos de roca del sector de la clave y, con ello, sobre-excavaciones, relajaciones del macizo o inestabilidades mayores que puedan causar el colapso total de la cavidad. En general, los elementos de soporte al frente serán barras o tubos o chapas de acero instalados en perforaciones o hincados directamente en el terreno, en forma subparalela a la superficie de excavación de la cavidad, constituyendo así una especie de "paraguas protector". La separación entre los elementos individuales de soporte al frente estará en función de las características del macizo excavado. Siempre que la acción mecánica de soporte del frente deba ser complementada con una consolidación del macizo, a través de ellos se efectuarán inyecciones con mortero o suspensión de cemento.

Como elementos de soporte al frente se prevén los siguientes tipos:

- Barras de acero, instalados en perforación o hincados directamente dentro del terreno;
- Barras de acero instaladas en perforaciones e inyectadas con mortero o lechada de cemento a lo largo de toda su longitud;
- Tubos de acero instalados en perforaciones o hincados directamente en el terreno, que pueden o no ser inyectados, de acuerdo a los requerimientos;
- Pernos autoperforantes inyectados;
- Chapas de acero del tipo empleado para tablestacados, hincadas directamente en el terreno y cubriendo todo el sector de clave que requiere protección.

Más allá de los tipos de los elementos de soporte al frente citados, que son de instalación cíclica y longitud corta, de modo tal que sólo cubren uno o dos módulos de avance de



excavación y soporte, puede preverse el empleo de un sistema anticipado de protección de mayor alcance y capacidad portante, que se denomina "paraguas de protección" (conocido como "pipe roof", en inglés). Este sistema de protección anticipado será empleado donde se encuentren sectores de subsuelo más extensos de características geotécnicas pobres, en los que se requiere la realización anticipada de una especie de bóveda muy rígida, para poder continuar con la excavación sin problemas de estabilidad y con un ritmo de avance aceptable.

Las medidas de asentamiento en superficie deberán ser consideradas también para la elección del tipo de soporte.

Los paraguas protectores del tipo citado deberán ser realizados a través de tubos metálicos de diámetro exterior de 10 cm y de hasta 25 m de longitud, provistos de válvulas (conocidas como manchettes, en idioma francés), que deberán ser instalados en perforaciones ejecutadas alrededor del perfil de excavación y, posteriormente, ser inyectados mediante una suspensión de cemento. La inyección, que deberá ser ejecutada con una secuencia particular y el empleo de packers, generará una consolidación del terreno alrededor de los tubos, conformando así la bóveda previamente citada.

7.8.2 Materiales

Las barras de acero que se empleen como elementos de soporte al frente deberán ser nervadas y de acero torsionado en frío, de diámetro mínimo de 32 mm.

Los tubos de acero para soporte al frente deberán ser tubos de acero soldables, con un diámetro exterior mínimo de 38 a 51 mm y un espesor de pared de mínimo 4 y 4,5 mm, respectivamente. Deberán estar provistos con una rosca en su extremo anterior y una punta soldada en el extremo opuesto, mediante la que sea posible su hincado dentro de terreno de características blandas. Los tubos deberán estar provistos a lo largo de 2/3 de su longitud, medidos desde el extremo anterior hacia atrás, de perforaciones de 8 mm de diámetro, separadas longitudinalmente en 200 mm. Los tubos deberán poder inyectarse a través de un sistema de doble packer, de modo que permita una consolidación eficiente del subsuelo. En caso de ser necesario, los tubos de acero deberán ser provistos con placas de anclaje, las cuales deberán quedar sujetas firmemente a la superficie del soporte de hormigón proyectado.

Siempre que se requiera el empleo de pernos autoperforantes inyectados, éstos deberán cumplir con las disposiciones que para estos elementos se requieren en el ítem "Pernos y Anclajes de roca" del presente capítulo de las especificaciones.

Suspensiones y morteros de cemento empleados para la inyección de caños, tubos de paraguas protectores o para envolver barras de acero debe ajustarse a las disposiciones consignadas en el presente capítulo de las especificaciones.

Siempre que se requiera un encamisado en las perforaciones para instalación de elementos de soporte al frente o de tubos para paraguas protectores, deberán emplearse tubos de acero de espesor de pared mínimo de 5 mm.

Los tubos de acero empleados para paraguas de protección deberán ser de calidad St 37, según norma alemana DIN 488, o algún tipo de acero equivalente, tener un diámetro exterior mínimo de 4 mm y un espesor de pared de por lo menos 10 mm. Los tubos deberán proveerse con 4 perforaciones de mínimo 10 mm, dispuestas 90° alrededor del perímetro del tubo y



separadas no más de 50 cm en sentido longitudinal. Estas perforaciones deberán estar provistas de válvulas (manchettes) de goma, de espesor mínimo de 5 mm, las que deberán quedar sujetas al tubo a través de aros de fijación especiales para que no se deslicen durante la instalación del tubo en la perforación.

Chapas de acero perfiladas, del tipo empleado para tablestacados, deberán ser de acero de calidad St 37, según norma alemana DIN 488, o de un acero equivalente según alguna otra norma internacional o nacional aplicable. Las chapas deberán ser de un espesor mínimo de 5 mm, de un ancho no menor de 125 mm y de una longitud de 2,5 m. Deberán presentar un perfil transversal que incorpore dobleces a través de los que se logre suficiente rigidez a la flexión y que permitan generar un encastre de chapas contiguas instaladas en forma solapada. El módulo resistente de estas chapas deberá ser de al menos 40 cm³ por metro de chapa en sentido transversal que cubre el techo de la cavidad.

7.8.3 Instalación

El Concesionario deberá instalar los elementos de soporte al frente, de acuerdo con las indicaciones del proyecto de Ingeniería de Detalle aprobado por el Supervisor de Obra y, adicionalmente, en casos en que quede demostrada la necesidad de estos elementos, para evitar que se produzcan sobre excavaciones excesivas o una relajación indeseada del macizo. Siempre que este sea el caso, el Concesionario deberá requerir la aprobación expresa por parte de la Supervisión de Obra, antes de instalar estos elementos de soporte.

Sin excepción, los elementos de soporte al frente deberán ser instalados de forma que queden apoyados sobre los arcos de acero. Deberá asignarse especial atención a este aspecto, es decir, a que con anticipación a la ejecución de la excavación, todos los elementos de soporte al frente, queden perfectamente soportados por el marco de acero más cercano al frente de excavación.

La longitud de los elementos de soporte al frente deberá ser tal que, además de quedar perfectamente apoyados en el marco de acero, queden insertos en el subsuelo a una profundidad tal que, después de concluida la excavación de un nuevo módulo de avance, el elemento de soporte al frente quede apoyado dentro del terreno, en una longitud como mínimo, de 1 m. Como regla práctica, la longitud de los elementos de soporte al frente deberá tener aproximadamente el doble de la longitud del módulo de avance que se excavará.

Podrá ser beneficioso para la función de los elementos de soporte al frente, que éstos sean instalados con anticipación a la proyección de la última capa del soporte de hormigón proyectado del módulo anterior al que se pretende proteger mediante estos elementos de soporte anticipados. La razón es la posibilidad de reducir el ángulo de inclinación de los elementos de soporte al frente respecto del eje longitudinal de la cavidad y, con ello, la sobreexcavación inevitable. No obstante, este procedimiento sólo será admitido, previa aprobación expresa de la Supervisión de Obra.

La longitud y el tipo del tipo de soporte al frente más adecuado para las condiciones particulares del macizo encontradas en el frente de excavación, deberán ser determinados en la obra por parte del Concesionario, de modo que asegure una excavación segura y lo más veloz posible. La selección hecha por parte del Concesionario deberá ser aprobada por parte de la Supervisión de Obra con anticipación al inicio de instalación.



El espaciamiento entre los elementos de soporte de la clave de la cavidad, con la excepción de chapas, deberá quedar comprendido en el rango de 250 a 500 mm. La medida más conveniente deberá ser propuesta por el Concesionario sobre la base de la experiencia en obra y avalada por parte de la Supervisión de Obra.

Siempre que los elementos de soporte al frente hayan sido inyectados, la excavación no deberá iniciarse antes de que el mortero o la lechada de cemento hayan alcanzado el fraguado inicial.

Los tubos de acero de paraguas de protección deberán instalarse con una separación mutua comprendida entre los 30 a 50 cm, medidos en dirección circular. De acuerdo a las condiciones del subsuelo encontradas, el Concesionario deberá seleccionar y proponer la separación más apropiada, que deberá ser aprobada por la Supervisión de Obra con anticipación al inicio de las perforaciones. Siempre que se instalen dos o más paraguas de protección consecutivos, deberá verificarse que entre un paraguas y el siguiente se establezca una longitud de superposición o traslapeo de mínimo 3 m o del 20% de la longitud total de los tubos.

Los tubos del paraguas protector deberán ser instalados desde una sección de la cavidad ligeramente ensanchada, de modo que se logre que el ángulo de inclinación respecto del eje longitudinal de la cavidad sea lo menor posible, no debiendo superar los 5 – 6°. Siempre que este requerimiento no sea cumplido por el Concesionario, podrá resultar necesario que después de excavados los primeros módulos de avance debajo del paraguas, se llegue a un punto en que sea imperativo instalar los elementos de soporte al frente, de modo que se prevengan sobreexcavaciones demasiado grandes. Cuando este tipo de situaciones ocurran, la Supervisión de Obra requerirá la instalación de los elementos de soporte al frente.

Las perforaciones necesarias para la instalación de los elementos de soporte al frente deberán ajustarse a lo especificado en el capítulo 8 "Sondeos, Perforaciones e Inyecciones" de las presentes especificaciones.

7.9 ARMADURAS DE ACERO

7.9.1 General

Las armaduras para hormigón proyectado como parte del soporte de cavidades deberán ser instaladas por el Concesionario respetando los planos del proyecto de la Ingeniería de Detalle aprobados por el Supervisor de Obra.

En todo lo relacionado con almacenamiento, manejo, ensayos, corte, doblado e instalación, toda armadura parte del soporte de cavidades deberá cumplir con las disposiciones a seguir.

7.9.2 Malla soldada

7.9.2.1 Materiales

Las mallas soldadas deberán cumplir con los requerimientos establecidos en las norma ASTM A 185, para mallas de alambre liso, la ASTM A497 para mallas de alambre corrugado y ASTM A884 para mallas con recubrimiento epóxico. La tensión de fluencia mínima del acero deberá ser de 420 N/mm². La separación entre barras y el diámetro de éstas deberán ser los requeridos en los planos respectivos.



7.9.2.2 Instalación

Con anticipación a su empleo en obra, las mallas deberán limpiarse de cualquier material o suciedad adherido a ellas que pueda evitar una correcta adherencia entre malla y concreto. La malla deberá ser fijada en su sitio de instalación en forma tal que se evite vibraciones y desplazamientos durante la proyección del hormigón proyectado. Los elementos de fijación de la malla deberán ser de acero. Donde se requiriera, deberán colocarse separadores apropiados. No se permite el empleo de separadores o cuñas de madera.

Los métodos de fijación empleados de ninguna manera evitarán que el hormigón proyectado pueda ser compactado adecuadamente detrás de las mallas de acero.

Los traslapes entre dos paños de malla contiguos deberán cumplir las siguientes disposiciones, siendo como mínimo iguales al mayor de los valores obtenidos:

Primera capa de malla soldada:

Dirección longitudinal: > 150 mm o 1 paso de malla,

Dirección transversal: > 300 mm o mínimo dos pasos de malla

Segunda capa de malla soldada:

Ambas direcciones: > 300 mm o mínimo dos pasos de malla

Siempre que existan recesos producto de las irregularidades de excavación, se requiere la instalación de fijaciones adicionales apropiadas, de manera de asegurar la estabilidad de la malla en estos sectores.

En caso de emplearse más de una capa de armadura, la segunda no debe ser colocada antes de que la primera este completamente cubierta en hormigón proyectado.

7.9.3 Barras de Acero

7.9.3.1 Generalidades

En función de las condiciones geotécnicas del macizo reinantes, podrá ser necesario que, localmente, además de mallas soldadas, se requieran barras de acero, como armadura adicional del hormigón proyectado en sectores muy solicitados. Asimismo, barras de acero podrán ser necesarias como elementos de refuerzo o conectores en juntas de construcción.

7.9.3.2 Materiales

Las armaduras de barras de acero deberán cumplir con los requerimientos establecidos en las normas ASTM A36, ASTM A242, ASTM A572, ASTM A588. La tensión de fluencia mínima del acero deberá ser de 420 N/mm².

7.9.3.3 Instalación

Las barras de acero deberán ser fijadas correctamente a las capas de hormigón proyectado instaladas previamente a capas de malla soldada. La forma y longitudes de traslapo deberán corresponderse con las indicaciones establecidas en los planos de detalle.



8 SONDEOS, PERFORACIONES E INYECCIONES

8.1 GENERALIDADES

La cantidad de perforaciones y de inyecciones que deberá ser ejecutada en obra surgirá de las condiciones del macizo rocoso atravesado por las obras subterráneas, debiendo, en todo momento, responder a los requerimientos y aprobaciones de la Supervisión de Obra .

Durante la ejecución de las obras las técnicas de perforado y de inyección propuestas podrán ser adaptadas o modificadas en función de la experiencia que se haya ganado y el mayor conocimiento que se tenga sobre las condiciones geotécnicas del terreno. El Concesionario deberá prever la necesidad de adaptación de sus técnicas y eventualmente también de sus equipos, de manera que pueda ejecutar sin demora cualquier operación de perforación o de inyección bajo condiciones distintas a las asumidas o como sea requerido oportunamente por la Supervisión de Obra.

Se requiere que en forma sistemática el Concesionario ejecute perforaciones exploratorias en el frente de excavación del túnel principal o del túnel de escape, tal como se especifica en detalle en el ítem 3.7 - "Sondeos exploratorios y perforaciones anticipadas para drenaje de agua subterránea". Los requerimientos y características específicos de las perforaciones, tales como su longitud, diámetro, tipo de perforación, necesidad de extracción de muestras o no, etc., deben responder a las indicaciones del proyecto de la Ingeniería de Detalle y las presentes especificaciones o, alternativamente, a las instrucciones que en terreno imparta la Supervisión de Obra .

8.2 ALCANCE

Actividades de perforado y de inyección podrán ser necesarias para los siguientes propósitos:

- Perforaciones para la instalación de pernos y anclajes de roca.
- Perforaciones para la instalación de tubos o barras de soporte al frente.
- Perforaciones para la instalación de tubos de gran diámetro para la conformación de paraguas protectores anticipados a la excavación.
- Perforaciones para instalación de tubos de drenaje en el frente o en las paredes laterales,
- Perforaciones para sondeos exploratorios, con o sin extracción de testigos,
- Perforaciones para drenaje anticipado de agua en el frente de excavación,
- Perforaciones para la instalación de instrumentos de monitoreo geotécnico,
- Perforaciones en los revestimientos de hormigón proyectado y fundido para control de espesor y extracción de testigos,
- En general, perforaciones para la instalación de lanzas y tubos a través de los que se ejecutan inyecciones en el subsuelo,
- Inyecciones de consolidación del terreno,



- Inyecciones de relleno o de contacto entre los revestimientos primario e interior de las cavidades subterráneas,
- Inyecciones de relleno de posibles cavidades en el subsuelo,
- Inyecciones de relleno de cañerías y cámaras de drenaje temporales de las obras subterráneas que no se necesitan en forma permanente,
- Inyecciones de impermeabilización del terreno para evitar el acceso de agua a las cavidades.
- Pruebas con agua a presión.

8.3 PERFORADO

8.3.1 Definiciones y Aplicación

(1) Perforaciones para inyecciones de consolidación, impermeabilización o relleno: Serán ejecutadas en el macizo rocoso y, si es necesario, a través de capas de hormigón proyectado u, ocasionalmente también, de concreto fundido, de modo que permita el ingreso del material de inyección en el subsuelo.

(2) Perforaciones para pernos, anclajes, elementos de soporte al frente, tubos de protección e instrumentos geotécnicos: Serán ejecutadas eventualmente con encamisado protector en el macizo rocoso y, por lo general, a través de capas de hormigón proyectado u, ocasionalmente también, de concreto fundido, para permitir la instalación de pernos o barras o tubos o instrumentos, según sea el caso.

(3) Perforaciones temporales para drenaje: Serán ejecutadas, siempre que sea necesario, a través de capas de hormigón proyectado u, ocasionalmente también, de concreto fundido, alrededor de la cavidad o en el frente de excavación de éste, con el fin de permitir la instalación de tubos de drenaje o para servir de vías de drenaje también sin la provisión de éstos.

(5) Perforaciones para sondeos exploratorios: Son necesarias para tener información anticipada a la excavación sobre la existencia de condiciones geológicas e hidrogeológicas adversas, por lo que serán ejecutadas en forma sistemática desde el frente de avance del primer túnel que se ejecutará a través del macizo rocoso. Su función podrá ser, además, la de captación y evacuación anticipada de aguas subterráneas, con el fin de reducir riesgos durante la excavación.

(6) Perforaciones para extracción de testigos del revestimiento de hormigón proyectado: Se ejecutarán perforaciones con extracción de muestras para la ejecución de ensayos de compresión simple.

(7) Perforaciones de verificación de espesor del revestimiento de hormigón proyectado: Se ejecutarán perforaciones para verificar el espesor del revestimiento de hormigón proyectado instalado respecto del espesor teórico requerido.

(8) Ejecución de pruebas con agua a presión: Realización de pruebas con agua a presión con el objeto de determinar la permeabilidad de la roca y la efectividad de las operaciones de inyección.



8.3.2 Equipos

(1) El tipo y la capacidad de los equipos para perforado deberán ser aprobados por la Supervisión de Obra antes del inicio de cualquier actividad de perforado.

(2) Para extracción de núcleos de roca a través de sondeos exploratorios, en que el objetivo primario es el logro de una buena recuperación, es indispensable que el Concesionario emplee un sistema de perforación rotativo con tubo portatestigo doble de tipo giratorio con descarga de fondo (doubletube swivel-type core barrel).

(3) En general, las máquinas perforadoras provistas por parte del Concesionario deberán ser capaces de perforar en las siguientes condiciones:

- Con diámetros de hasta 150 mm para extracción de núcleos de concreto,
- Perforaciones rotativas de tamaño NX y longitud de hasta 50 m para extracción de núcleos del macizo rocoso,
- Perforaciones de hasta 15 m de longitud y 105 mm de diámetro para la instalación de instrumentos de monitoreo geotécnico,
- Perforaciones de hasta 25 m de longitud y 150 mm de diámetro para instalación de tubos de acero anticipados en el frente en forma de paraguas protector,
- Perforaciones de hasta 40 m de longitud y 150 mm de diámetro para instalación de tubos de drenaje anticipados en el frente,
- En general, perforaciones ejecutadas con cualquier orientación.

(4) El Concesionario deberá proveer a obra equipos que sean capaces de ser orientados tanto en términos de inclinación como azimut, con suficiente precisión para garantizar el cumplimiento de las tolerancias de orientación establecidas en esta especificación o requeridas por la Supervisión de Obra. Los equipos deberán incorporar dispositivos de medición de los citados ángulos. Toda perforación ejecutada por el Concesionario deberá ser replanteada a través de los mecanismos de orientación de los equipos.

(5) Asimismo, el Concesionario debe garantizar la disposición de personal, materiales y equipos en cantidad, capacidad y oportunidad suficientes para iniciar cualquier tipo de trabajo de perforado, como se define en el ítem 8.3.1, sin ninguna demora.

(6) Con un plazo no menor de 30 días antes de que el Concesionario tenga programado enviar el equipo de perforación al sitio de la obra, deberá someter a la Supervisión de Obra, para su aprobación, la información detallada de dicho equipo. La aprobación del equipo propuesto por el Concesionario, no exime a este último de la responsabilidad de suministrar equipos para la realización de los trabajos, de acuerdo con las Especificaciones e instrucciones de la Supervisión de Obra y dentro de los plazos establecidos en el programa de construcción. Si durante el desarrollo de los trabajos se comprueba que el equipo o los materiales de perforación son insuficientes o no son de características adecuadas para la realización de los trabajos, el Concesionario deberá suministrar otros equipos para completar los trabajos de acuerdo con el programa de construcción y de acuerdo con lo especificado o indicado por la Supervisión de Obra. el Concesionario no tendrá derecho a solicitar extensiones de plazos ni a ningún pago adicional por razón de la necesidad de suministrar estos equipos adicionales.



(7) En los huecos de las inyecciones podrán usarse perforadoras de rotación o de percusión que garanticen buenos acabados en las paredes del hueco a fin de permitir su obturación en cualquier parte del mismo, a opción del Concesionario. Las perforadoras deberán tener una capacidad suficiente para perforar huecos con cualquier inclinación, y de los diámetros y a las profundidades que se muestran en los planos o se especifican más adelante.

(8) No se permitirá el uso de motores de combustión interna en los equipos que se utilicen para la perforación de huecos en excavaciones subterráneas y las perforadoras neumáticas utilizadas deberán estar equipadas con silenciadores adecuados. El equipo deberá contar con un sistema de barrido de agua; en ningún momento se permitirá la barrenación en seco.

(9) El Concesionario deberá proveer los equipos adecuados para la ejecución de huecos piloto en excavaciones subterráneas que permitan aliviar la presión del agua subterránea con anterioridad a la excavación de alguna parte de la Obra. Los equipos deberán ser de la potencia adecuada para perforar con facilidad huecos hasta de 50 metros de largo. El Concesionario deberá disponer de todos los implementos de perforación y emplear sistemas de perforación y organizar los trabajos de tal manera que se asegure un rendimiento de perforación por equipo, no inferior a 20 metros por día calendario.

(10) Equipo de inyección, de acuerdo con los rendimientos requeridos en el programa de construcción y el plazo previsto para la ejecución de la Obra, el Concesionario deberá suministrar equipos y accesorios suficientes para ejecutar las inyecciones que se requieran de acuerdo con las presiones y caudales máximos indicados en las Especificaciones. Este equipo será del tipo y capacidad aprobados por Supervisión de Obra y deberá mantenerse, en todo momento, en condiciones óptimas de operación.

Con un plazo no menor de 30 días antes de que el Concesionario tenga programado enviar el equipo de inyección al sitio de la Obra, deberá someter a Supervisión de Obra para su aprobación las características técnicas e información detallada sobre dicho equipo. La aprobación del equipo propuesto por el Concesionario, no lo exime de la responsabilidad de suministrar equipo necesario para la realización de los trabajos, de acuerdo con las especificaciones e instrucciones de Supervisión de Obra y dentro de los plazos establecidos en el programa de construcción. Si durante el desarrollo de los trabajos se comprueba que el equipo es insuficiente o no es de características adecuadas para la realización de los trabajos, el Concesionario deberá suministrar otros equipos para completar los trabajos de acuerdo con el programa de construcción y de acuerdo con lo especificado o indicado por Supervisión de Obra. El Concesionario no tendrá derecho a solicitar extensiones de plazos ni a ningún pago adicional por razón de la necesidad de suministrar estos equipos adicionales.

Con un plazo no menor de 15 días antes de que el Concesionario programe comenzar las operaciones de inyección, deberá someter para la aprobación de Supervisión de Obra, la descripción detallada de los circuitos de inyección y de los métodos para la conexión a los huecos de inyección. El equipo de inyección deberá tener una capacidad para proveer una dosificación y mezclado efectivos; mantener mezclas en suspensión; suministrar y bombear la mezcla dentro de los huecos de inyección en forma continua, con flujo sin interrupciones y a cualquier presión constante dentro de los límites de presión especificados.

Cada equipo para inyección que se suministre para la Obra deberá incluir el siguiente equipo mínimo:



- Una bomba de flujo continuo o de pistón para operación y otra auxiliar, cada una con capacidad para operar a una presión máxima efectiva de descarga de 10 kg/cm², para bombear e inyectar mortero hasta una proporción de tres partes de arena por una de cemento, a un gasto no menor de dos litros por segundo con una presión no mayor de 0,7 kg/cm², y para bombear e inyectar a la presión máxima especificada, el flujo indicado en la curva de eficiencia de la bomba, sin fluctuaciones de la presión de inyección. Las bombas deberán tener una capacidad para operar a baja presión y en forma efectiva y podrán tener una variación en la presión de inyección del cinco por ciento como máximo. Se deberá instalar en la toma de las bombas una conexión para agua con el fin de facilitar el lavado del sistema y la inyección de agua dentro de los huecos, además de un sistema que garantice el retorno de la mezcla hasta el agitador.
- Un mezclador coloidal de alta velocidad no menor de 1300 RPM, capaz de mezclar agua, cemento, arena y aditivo. El mezclador deberá estar equipado con un dispositivo medidor de agua calibrado para dar lecturas en litros y décimas de litro. El mezclador deberá tener la capacidad suficiente para asegurar el suministro suficiente de mezcla, cuando se esté inyectando al gasto máximo especificado.
- Un agitador mecánico con capacidad para agitar y mantener en suspensión todos los materiales sólidos contenidos en la mezcla. El agitador deberá estar equipado con tamices que permitan remover de las mezcladoras y del tubo de retorno, cualquier mezcla endurecida o cualquier material extraño que sea retenido por un tamiz No 100 U.S. "Standard" cuando se utilicen lechadas o un No. 8 ó 16 si es una mezcla con arena. La capacidad del agitador no deberá ser menor que la del mezclador. El agitador deberá estar graduado en décimas de metro cúbico o en litros de modo que el volumen inyectado de mezcla se pueda medir con suficiente aproximación. Se deberá colocar el agitador a menos de 30 metros del hueco que se esté inyectando.
- Todas las válvulas, medidores del flujo de agua, medidores de mezcla, mangueras de presión, tuberías, manguitos, tapones, conexiones y herramientas necesarias para efectuar la operación de inyección de acuerdo con lo especificado. El Concesionario deberá disponer de un indicador de presión de alta precisión para verificar la exactitud de todos los indicadores de presión usados en el sistema de inyección, y de un medidor de flujo de alta precisión para verificar la exactitud de todos los medidores de flujo usados en el sistema de inyección. Además, el Concesionario deberá proveer válvulas, reguladores de la presión máxima y caudales de inyección establecida en cada caso, con el objeto de evitar la posibilidad de sobrepresiones.
- Empaques dobles y sencillos, expandibles neumática, hidráulica o mecánicamente, de caucho, cuero, u otro material aprobado por Supervisión de Obra, que puedan colocarse solos o en pares en un hueco a cualquier profundidad, con el fin de aislar una sección del mismo. Los empaques se deberán poder expandir para sellar los huecos en un determinado lugar y una vez expandidos deberán soportar sin escapes, presiones de agua iguales a las máximas presiones de inyección que deban soportar durante el proceso de inyección y el tiempo de fraguado de la mezcla.

La distribución del equipo de inyección deberá ser tal que provea una circulación continua de una mezcla de consistencia uniforme a través del sistema y que permita un control exacto de la



presión en la entrada del hueco sometido a inyección. El equipo deberá tener un sistema de circulación doble en el cual una línea suministre la mezcla desde la bomba al cabezal de la entrada del hueco y la otra línea retorne la lechada del cabezal al agitador. El diámetro interior de todas las líneas del sistema de circulación no deberá ser menor de 38 milímetros. El cabezal de inyección suministrado para alimentar la lechada o mortero dentro del hueco, deberá incluir una conexión de suministro, una conexión con válvula al hueco y una línea de retorno con una válvula.

El sistema deberá tener dos manómetros de glicerina, con el rango apropiado de presiones, uno de los cuales deberá estar localizado a la salida de la bomba y el otro en la conexión con la válvula al hueco de modo que indique la presión de suministro de la mezcla y la presión de rechazo de la mezcla en el hueco.

Cada instalación para inyección deberá contar con facilidades de almacenamiento suficientes para suministrar cantidades adecuadas de cemento, agua y otros materiales de tal modo que la operación de inyección se pueda llevar a cabo sin interrupción. El equipo de inyección y los materiales deberán tener protección adecuada contra aguas lluvias e infiltraciones de las excavaciones subterráneas. el Concesionario deberá proveer un sistema de comunicación telefónico que intercomunique el sitio de bombeo y mezclado y el sitio de inyección u otro sistema aprobado por Supervisión de Obra. El suministro e instalación previos de estos sistemas de comunicación y de control computarizado, serán requisitos indispensables para poder iniciar cualquier operación de inyección.

8.3.3 Ejecución

8.3.3.1 Requerimientos generales

(1) Para toda actividad de perforación en obra el Concesionario deberá disponer de una supervisión directa integrada por ingenieros y capataces experimentados en este tipo de tareas.

(2) Se podrá requerir el empleo de perforaciones de tipo rotativo, con extracción de núcleos, o también, el de perforaciones a percusión. La ejecución de perforaciones podrá ser requerida con cualquier orientación, incluyendo una inclinación vertical sobre cabeza, es decir, hacia arriba. La precisión de orientación requerida es, como mínimo, de 2º respecto de la dirección especificada.

(3) Durante la ejecución de sondeos exploratorios, el Concesionario deberá prever la necesidad de intercambio de brocas de perforado o de tubos portatestigos, como también, el encamisado de la perforación en sectores inestables. La presión de perforado deberá ajustarse a las características del macizo atravesado, no debiendo ser ésta demasiado elevada.

(4) No se permitirá el empleo de grasa para la lubricación de barrenos. Cualquier método de lubricación empleado deberá quedar sujeto a la aprobación de la Supervisión de Obra .

(5) En general se admite la ejecución de perforaciones mediante el empleo de agua, excepto que la Supervisión de Obra exija que se emplee aire comprimido. Lo último puede ser necesario en sectores en que el uso de agua resulte perjudicial para la estabilidad de la perforación y en general para las condiciones del suelo alrededor de la cavidad subterránea, como puede ser el caso en roca muy alterada, que tenga las características de un suelo. En



caso de requerirse el empleo de aire, el Concesionario deberá disponer del equipo apropiado en obra y garantizar que la generación de polvo no sea excesiva. En todo caso, será necesario que el Concesionario le remita a la Supervisión de Obra una descripción metodológica sobre el empleo y tratamiento del agua en obra para las perforaciones.

(6) Siempre que se ejecuten perforaciones orientadas hacia abajo, el Concesionario deberá prever la colocación de elementos de protección en su boca, de modo que se evite que la perforación se obture antes de haberse completado el fin para el que la perforación ha sido destinada. En caso que una perforación quede obstruida, el Concesionario deberá ejecutar una nueva al costado y cerrar la fallida mediante mortero de cemento a satisfacción de la Supervisión de Obra. Al Concesionario sólo le será reconocida una única perforación, quedando por lo tanto a su cargo los costos de perforado y relleno de la fallida.

(7) Si una perforación no puede ser completada de acuerdo a los requerimientos previstos en el diseño por no haber sido perforada en la dirección correcta o por haber quedado clavadas las herramientas de perforado o por cualquier otra razón, la Supervisión de Obra puede requerir del Concesionario que ejecute una nueva perforación al costado de la fallida y que rellene la primera como se ha descrito en el punto anterior, quedando a su cargo los costos de perforado y relleno.

8.3.3.2 Perforaciones para ejecución de inyecciones

(1) El diámetro, posición, dirección, espaciamiento, profundidad, secuencia y oportunidad de ejecución de perforaciones para inyecciones deberán ajustarse a las indicaciones de la Supervisión de Obra o al método propuesto por el Concesionario y aprobado por aquélla.

(2) Excepto que sea requerido de forma contraria por la Supervisión de Obra, no será requerida la extracción de núcleos en perforaciones ejecutadas para inyecciones. Se podrán utilizar, por lo tanto, equipos de perforación a percusión o rotopercusión, sin empleo de tubo portatestigos.

8.3.3.3 Perforaciones para instalación de pernos o anclajes de roca

Perforaciones para instalación de pernos o anclajes de roca, tubos o barras de soporte al frente, y tubos de gran longitud para paraguas protectores anticipados al frente de excavación deberán ser ejecutadas en el macizo, por lo general, atravesando el soporte de hormigón proyectado. La longitud de las perforaciones se deberá ajustar a la longitud de los elementos de soporte respectivos, tal como surja de los planos de detalle correspondientes o como sea requerido por la Supervisión de Obra. El diámetro de las perforaciones deberá ser tal que se permita una correcta instalación de los elementos de soporte, la inyección de éstos, siempre que se requiera, y el empleo de elementos de acople de mayor diámetro. Perforaciones para inyecciones. Los huecos para inyecciones de contacto entre las superficies de roca y concreto deberán penetrar por lo menos 30 cm en la roca. El Concesionario deberá dejar tubería empotrada al colocar el concreto, para pasar a través de la broca de perforación, si se requiere inyectar a través de concreto reforzado o donde haya elementos metálicos empotrados. En el caso de concreto sin refuerzo, se permitirá perforar el concreto. Los huecos dejados por trabajos de inyección a través de concreto, deberán rellenarse con concreto o mortero, de acuerdo con lo indicado por Supervisión de Obra.



Los huecos para inyecciones de contacto entre las superficies de roca y concreto en el revestimiento del túnel con concreto convencional y/o blindajes se deberán perforar como se indique en los planos de detalle o como lo ordene la Supervisión de Obra .

8.3.3.4 Huecos para inyecciones radiales

El espaciamiento entre anillos y el número, longitud y dirección de las perforaciones en cada anillo para inyecciones radiales serán los mostrados en los planos de detalle o los indicados por la Supervisión de Obra.

La perforación de huecos para inyecciones radiales en posibles consolidaciones y en cualquier otro sitio indicado por Supervisión de Obra, deberá ser hecha hasta profundidades indicadas en los planos de detalle o exigidos por Supervisión de Obra.

8.3.3.5 Huecos para inyecciones durante la excavación de la obra subterránea

Si durante la excavación se detectan, por cualquier medio, zonas donde exista flujo apreciable de agua o se encuentran materiales inestables susceptibles de ser mejorados mediante la aplicación de inyecciones de lechada, de mortero, de compuestos químicos o de cualquier material estabilizante, la Supervisión de Obra indicará a el Concesionario el número, localización, espaciamiento, dirección, inclinación, profundidad y orden de las perforaciones de los huecos para inyecciones antes de la excavación, los cuales dependerán de la naturaleza de la roca que vaya apareciendo en las mismas perforaciones y de la disipación de presiones hidrostáticas mediante el uso previo de huecos de drenaje y la medida con piezómetros.

8.3.3.6 Perforaciones para drenajes temporales

(1) Estas perforaciones deberán ser ejecutadas por el Concesionario como se indique por la Supervisión de Obra o como sea propuesto por él mismo y aprobado por aquélla.

(2) Las perforaciones de drenaje deberán ser de un diámetro tal que permita la instalación de los tubos de drenaje previstos en el diseño de detalle o aquél requerido para captar el caudal de agua subterránea que ingresa a la cavidad. Asimismo, podrá ser prevista la ejecución de perforaciones de orientación longitudinal, a ser ejecutadas en forma anticipada en el frente de excavación. Estas perforaciones podrán ser del mismo tipo que las anteriores, pero también de mayor diámetro y longitud.

(3) Es preferible que los tubos de drenaje serán envueltos con un geotextil, para evitar su obturación o el lavado de material de subsuelo y garantizar un drenaje eficiente a lo largo del plazo de la obra. No obstante, en casos de perforaciones en buena calidad de macizo rocoso, no se requiera el empleo del citado geotextil. La Supervisión de Obra dará indicaciones al Concesionario acerca de cuándo pueda prescindir del geotextil. Siempre que se instale geotextil, las perforaciones deberán ser de un diámetro como mínimo 20 mm superior al diámetro externo de los tubos. En caso contrario, será suficiente que el diámetro sea sólo 10 mm mayor. En el extremo anterior de la perforación los tubos de drenaje deberán ser fijados adecuadamente de manera de quedar instalados rigidamente pero manteniéndose al mismo tiempo la permeabilidad requerida.

(4) Las perforaciones y tubos de drenaje instalados en el frente de excavación para drenaje anticipado de agua subterránea deberán mantenerse en operación hasta que se haya



completado la instalación del sistema de soporte primario de la cavidad, con todos los dispositivos de drenaje sistemáticos previstos para la captación y evacuación del agua, tales como tubos perforados *perimetrales al revestimiento de hormigón proyectado* y conexiones entre éstos y las tuberías de evacuación de agua subterránea de la cavidad hacia el exterior de la obra subterránea.

(5) Perforaciones y tubos de drenaje radiales a la cavidad deberán ser conectados convenientemente al sistema de evacuación de agua subterránea temporal de la cavidad y mantenidos en operación hasta que se haya completado la instalación del sistema de impermeabilización y el revestimiento interior de la cavidad.

8.3.3.7 Perforaciones para sondeos exploratorios

(1) En general, las perforaciones de sondeos exploratorios deberán ser efectuadas sin empleo de agua, excepto que la Supervisión de Obra otorgue aprobación expresa en contrario.

(2) Como se especifica en el ítem 3.7 de las presentes especificaciones, los sondeos exploratorios se ejecutarán desde el frente de excavación del túnel de rescate o túnel principal, en la cantidad, longitud, emplazamiento, orientación y diámetros indicados en los planos de la Ingeniería de Detalle aprobados. A lo largo del avance de la obra y en función del conocimiento del modelo geológico y características particulares del macizo excavado, estas variables podrán requerir de ajustes, los que serán propuestos por la Supervisión de Obra, debiendo ser ejecutados por el Concesionario.

(3) El diámetro mínimo de perforaciones para sondeos de exploración deberá ser de 50 mm. La longitud mínima será de 1,5 veces el diámetro de la cavidad respectiva.

(4) Además de los sondeos exploratorios previstos en forma sistemática, como es descrito a través del ítem 3.7 de estas especificaciones, la Supervisión de Obra podrá ordenar la ejecución de sondeos exploratorios adicionales de mayor precisión en la recuperación de núcleos, como también orientación y emplazamiento de la perforación. Tales tipos de sondeos podrán ser de necesidad en sitios de interfase de estructuras geológicas o unidades litológicas, siendo su objeto el conocimiento más detallado de la configuración espacial del macizo en el frente de excavación de la cavidad respectiva.

8.3.3.8 Perforaciones para extracción de testigos del revestimiento de hormigón proyectado

(1) En los sitios en que le sea requerido por la Supervisión de Obra, el Concesionario deberá ejecutar perforaciones rotativas con extracción de núcleos de hormigón proyectado del diámetro especificado por el Supervisor de Obra. Las perforaciones deberán ser ejecutadas con en el sitio indicado y con la orientación requerida. Una vez extraídos los núcleos, Concesionario deberá rellenar los agujeros mediante concreto o de la forma que le sea requerida por la Supervisión de Obra.

(2) En correspondencia con lo establecido en el Capítulo 7 - "Sistema de Soporte Primario", los núcleos deberán ser extraídos en los sitios requeridos por la Supervisión de Obra. Inmediatamente después de obtenidos, éstos deberán ser identificados claramente en función del sector en que fueron tomados y envueltos en un material impermeable aprobado por la Supervisión de Obra. A continuación deberán ser colocados en una caja con aserrín o algún otro material apropiado y transportados inmediatamente al laboratorio.



8.3.3.9 Perforaciones para control de espesor de revestimiento de prima fase

(1) El diámetro de perforaciones para control del espesor de revestimientos de hormigón proyectado o concreto fundido no deberá ser inferior a 32 mm. En caso del revestimiento primario, las perforaciones deberán ser de una longitud tal que pueda atravesar el revestimiento e introducirse como mínimo 50 mm dentro del terreno. El emplazamiento de las perforaciones será decidido por la Supervisión de Obra. Las perforaciones deberán ser limpiadas por el Concesionario, siendo éste también responsable de garantizar acceso y proveer equipos o herramientas adecuadas para efectuar el control.

(2) Perforaciones efectuadas en el soporte primario podrán mantenerse abiertas para funcionar como drenes, siempre que la Supervisión de Obra lo autorice. En general, las perforaciones de control de espesor deberán ser rellenadas con un mortero libre de retracción de fraguado.

(3) Las perforaciones de control de espesor del soporte primario de hormigón proyectado deberán ser ejecutadas dentro de los 7 días de haberse completado la proyección.

8.3.4 Registros

(1) Se requiere del Concesionario que diariamente remita a la Supervisión de Obra, en un formato previamente acordado, un protocolo con los registros exactos de todas las perforaciones ejecutadas en el terreno durante el día anterior. La información provista deberá incluir la longitud de las perforaciones, la naturaleza y características de los distintos estratos encontrados, los cambios de terreno identificados durante el perforado, observaciones acerca de la situación hidrogeológica encontrada, todo tipo de incidentes ocurridos durante la operación y, en particular, todo tipo de evento que sea relevante en término de conocimiento de las propiedades geotécnicas y comportamiento del macizo rocoso, como velocidad de avance, torque, etc.

(2) Inmediatamente después de completado un sondeo exploratorio, el Concesionario deberá proveer a la Supervisión de Obra un registro y descripción exhaustivos de los núcleos recuperados, haciendo uso de un formulario especialmente diseñado para ese efecto, que haya sido aprobado por la Supervisión de Obra. El formulario deberá ser entregado por triplicado, debiendo contener asimismo, toda la información que para perforaciones en general se haya requerido en el punto anterior, como también el emplazamiento exacto del sondeo en término de coordenadas, su nivel absolutos y su orientación, y en especial la siguiente información:

- Descripción litológica.
- Descripción de discontinuidades (Abertura, relleno, pared, dureza, inclinación etc.).
- Pérdida de agua durante la perforación o aumento de esta por infiltraciones subterráneas.
- Medición de las características del macizo encontrado.
- Se deben realizar ensayos de compresión simple o carga puntual a muestras de roca representativa obtenida de los sondeos.

(3) El Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra una descripción precisa de las condiciones del macizo encontradas e interpretadas sobre la base de los sondeos exploratorios. Una copia de esta información deberá mantenerse permanentemente disponible



y accesible en la oficina de obra asociada al frente de avance correspondiente. El citado registro deberá incluir los siguientes datos:

- Emplazamiento, orientación y longitud de cada sondaje,
- Clasificación del material recuperado, según se acuerde con Supervisión de Obra
- Emplazamiento y extensión de sectores de macizo con cambios de estratificación o estructura geológica,
- Descripción de las condiciones hidrogeológicas reinantes.

8.4 INYECCIONES

8.4.1 Definiciones y Aplicación

(1) Inyecciones de fisuras o discontinuidades del macizo

Inyecciones de fisuras o discontinuidades son inyecciones del macizo efectuadas con suspensión de cemento para reducir las infiltraciones de agua subterránea a las cavidades.

(2) Inyecciones de consolidación del macizo

Las inyecciones de consolidación del macizo tienen por objeto rellenar los poros del subsuelo para lograr un aumento de la resistencia y módulo de deformación del mismo. Las inyecciones de consolidación se ejecutarán a requerimiento de la Supervisión de Obra dentro de túneles, galerías, cavernas y pozos, siempre que se requiera un aumento de la capacidad portante del subsuelo.

(3) Inyecciones de impermeabilización del macizo: Las inyecciones de impermeabilización del macizo físicamente no se diferencian de las de consolidación anteriores, si bien su objeto *primordial es la impermeabilización del subsuelo para reducir los caudales de infiltración de agua subterránea a las cavidades en excavación*. Su ejecución será instruida por parte de la Supervisión de Obra.

(4) Inyecciones de relleno de huecos entre revestimiento primario e interno de cavidades: Estas inyecciones de suspensión de cemento se efectúan con presión reducida a través de agujeros materializados en el revestimiento interior de concreto fundido de las cavidades. Su objetivo es el relleno de todo hueco que pueda haber quedado materializado entre ambos revestimientos de la cavidad después del fraguado del concreto fundido, de modo que se logre un contacto mutuo perfecto y continuo.

(5) Inyecciones de relleno de cavidades en el macizo: Se trata de inyecciones de mortero o suspensiones de cemento efectuadas a baja presión para lograr el relleno de cavidades naturales o artificiales del macizo que se encuentran en el radio de influencia directo de las obras subterráneas de este contrato. En función de la accesibilidad, tamaño y ubicación relativa de estas cavidades, las inyecciones se ejecutarán con diferentes métodos, medios y presiones de inyección.

(6) Inyecciones de relleno de elementos de drenaje temporales: Son inyecciones a baja presión mediante mortero o suspensiones de cemento con las que se rellenarán, por ejemplo, tuberías



y cámaras de drenaje temporales empleados durante la obra, cuya función se acaba una vez instalado el sistema de drenaje definitivo de las obras subterráneas.

8.4.1.1 Generalidades

La Supervisión de Obra dirigirá y supervisará todos los trabajos relacionados con la aplicación de inyecciones. La Supervisión de Obra podrá exigir al Concesionario que use las técnicas de inyección adecuadas, dependiendo de las condiciones del macizo o de los resultados de inyecciones realizadas anteriormente en una zona dada.

Los valores límite de presión y de volumen de inyección se determinarán con base en la profundidad en que se esté efectuando la inyección y Supervisión de Obra podrá variarlos de acuerdo con las pruebas iniciales y las condiciones geológicas encontradas sin que el Concesionario tenga derecho a compensación alguna ni a extensión del plazo de construcción en razón de dichos cambios.

Cuando se haya terminado de perforar un grupo de huecos, el Concesionario deberá probar con agua a presión los huecos que indique Supervisión de Obra, en secciones aisladas o en la totalidad perforada de cada hueco. La prueba con agua a presión se deberá llevar a cabo según lo estipulado en la Especificación.

8.4.1.2 Lavado con Agua a Presión

Inmediatamente antes de iniciar la aplicación de inyección en una etapa de un hueco, tal etapa deberá ser completamente lavada usando aire y agua a presión a través de un tubo de diámetro aproximadamente igual a la mitad del diámetro de la perforación y que se extienda hasta el fondo de la etapa. Toda la roca descompuesta y todo el material blando que se encuentre en las grietas deberá ser lavado con agua y aire a presión para remover tanto material como sea posible. Tal material podrá ser expulsado de uno o más huecos por medio de agua y aire introducido bajo presión en un hueco adyacente, pero en ningún caso tal presión podrá exceder la presión máxima de inyección.

La aplicación de agua en el hueco se hará a la máxima presión indicada por Supervisión de Obra para la inyección en la etapa a flujo constante y por un periodo de 5 minutos. Durante esta operación que está comprendida dentro de la actividad denominada lavado con agua a presión, el Concesionario deberá permitir la medición del consumo de agua durante cada minuto.

Aquellos huecos en los cuales no se pueda levantar la presión requerida durante el lavado con agua a presión, se deberán lavar por un periodo de 5 minutos con la bomba trabajando a su máxima capacidad, o por un periodo de tiempo suficiente para remover el relleno de las fracturas, lo que se determinará por el color del agua al salir a la superficie o por cualquier otro hueco de inyección.

8.4.1.3 Proporción de Mezclas

Por lo menos 30 días antes de iniciar el programa de inyecciones, el Concesionario deberá, bajo la supervisión y dirección de Supervisión de Obra, llevar a cabo el diseño de la mezcla de lechada o mortero que se utilizarán en las inyecciones. El diseño de la mezcla a utilizar se hará mediante la ejecución de mezclas de prueba utilizando los mismos equipos que empleará



durante los trabajos de inyección para la preparación de las mezclas estables (porcentaje de exudación menor del 5% para mezclas con una relación superior a 1,5: 1 y menos del 3% para mezclas con una relación menor de 1,5: 1 medidos en probetas cilíndricas transparentes de 500 cm³ a las 2 horas) durables (mínima resistencia a la compresión de 17 MPa (170 kg/cm²) a los 28 días de edad) y adecuadamente fluidas, de acuerdo con tiempos mínimos de fluidez medidos con el cono Marsh y establecidos por la Supervisión de Obra. El Concesionario deberá suministrar todos los materiales, el personal y el equipo necesario para la ejecución de estos ensayos, para lo cual no habrá medida ni pago por separado.

La proporción de la mezcla podrá variarse de acuerdo con los resultados obtenidos durante la ejecución de las inyecciones.

El tiempo de mezclado será por lo menos de 1,5 minutos a partir del momento en que se hayan colocado todos los materiales en el mezclador. La mezcla se deberá mantener permanentemente en suspensión homogénea, mediante el uso de los agitadores mecánicos, hasta que termine la inyección. Se rechazará la mezcla que no haya sido utilizada dentro de la primera hora siguiente a su preparación. La preparación de mezcla para la lechada variará en general entre 2: 1 y 0,5: 1 (agua: cemento), y para mortero entre 1: 1 : 1 y 1: 1 :3 (agua: cemento : arena), en volumen. De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas ejecutadas para la evaluación y comportamiento de las mezclas de inyección, la Supervisión de Obra definirá los porcentajes de bentonita pre-hidratada a emplear en las mezclas seleccionadas.

La Supervisión de Obra podrá considerar en casos especiales utilizar resinas y/o mezclas químicas para ejecutar las inyecciones. En este caso el Concesionario deberá realizar tales inyecciones de acuerdo con los procedimientos y equipos establecidos para el tipo de resina y/o mezcla química que se decida utilizar. El único pago que reconocerá Supervisión de Obra por este cambio será el reembolso del valor de las resinas y/o mezclas químicas al precio real de suministro en el sitio donde éstas se utilicen.

8.4.1.4 Aplicación de las Mezclas

Las operaciones de inyección para cualquier etapa de un hueco, si la condiciones geotécnicas lo permiten, deberán empezarse inyectando agua en el hueco a la máxima presión de inyección necesaria en la etapa, por un periodo de 5 minutos. En general, si las operaciones de lavado a presión indican un hueco relativamente hermético, la inyección deberá iniciarse con la mezcla más diluida determinada en el diseño de las mezclas. Si por el contrario, la roca alrededor del hueco es de alta permeabilidad, lo cual podrá establecerse por la pérdida de agua de perforación o por la dificultad en aumentar la presión durante las operaciones de lavado, la inyección deberá iniciarse con una mezcla más espesa y con la bomba operando a una velocidad lo más constante posible, espesando la mezcla hasta que se alcance la presión requerida. Si las condiciones así lo exigen las mezclas deberán adelgazarse después de haberse hecho más gruesas y deberán también hacerse aplicaciones periódicas de agua a presión para evitar sellamientos prematuros. En ningún caso se deberá aumentar repentinamente la presión de inyección o el ritmo de bombeo.

Una vez terminada una etapa de aplicación de inyección en cualquier hueco o conjunto de huecos, la presión deberá mantenerse constante por medio de llaves de cierre o válvulas



adecuadas aprobadas por la Supervisión de Obra hasta cuando la mezcla haya endurecido lo suficiente y sea retenida en los huecos. Si durante la inyección de un hueco se observa que la mezcla sale por la superficie de la roca o del concreto, tales escapes deberán ser taponados o calafateados por cuenta del Concesionario, según lo indique la Supervisión de Obra. Como medida de seguridad contra desplazamientos de la roca o durante el calafateo de escapes de mezcla, Supervisión de Obra podrá exigir la reducción de la presión de bombeo, el bombeo intermitente o la suspensión temporal del bombeo, sin que estas operaciones representen ningún sobre costo.

Si durante la inyección de cualquier hueco se observa que la mezcla fluye por un hueco adyacente, el Concesionario deberá conectar en forma inmediata e inyectar este hueco simultáneamente con el primero. Para tales circunstancias, el Concesionario deberá estar preparado para inyectar simultáneamente hasta un total de 3 huecos. Si hubiere escapes importantes en huecos adicionales, éstos deberán taponarse temporalmente y luego, antes de que fragüe la mezcla, deberán inyectarse a las presiones requeridas. Durante la inyección, el Concesionario deberá tomar todas las precauciones para evitar que el equipo y los tubos para inyectar se obstruyan, manteniendo circulación continua con línea de retorno y lavando periódicamente el sistema con agua. El criterio de rechazo para las inyecciones será indicado por la Supervisión de Obra después de las pruebas iniciales y podrá variar durante las operaciones de la inyección. En general, la inyección de un hueco o etapa no será considerada completa hasta que el hueco rechace a la presión máxima requerida para esa etapa o hueco, con un caudal de bombeo menor de 5 litros/minuto.

8.4.2 Materiales para Inyecciones y Preparación de Mezclas

8.4.2.1 Generalidades

(1) Todos los materiales y mezclas empleados por el Concesionario para efectuar inyecciones en obra deberán ser aprobados por la Supervisión de Obra con anticipación al suministro de los materiales a la obra. Ante cualquier cambio de materiales que fuera necesario o que se requiera por parte de la Supervisión de Obra durante la ejecución de los trabajos, el Concesionario deberá obtener una nueva aprobación de materiales o mezclas previstos, sin la cual no podrá seguir desarrollando los trabajos de inyección.

(2) Junto con cada envío de materiales o mezclas para inyección a la obra, el Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra certificados de control de calidad y homogeneidad de los productos respectivos.

(3) Siempre y cuando sea necesario incorporar agua a las mezclas sólo se admitirá el empleo de agua limpia y potable. Todas las fuentes de agua a ser usadas deberán ser aprobadas por la Supervisión de Obra. Si durante las operaciones alguna fuente aprobada demostrara no seguir cumpliendo con los requerimientos de calidad, el Concesionario deberá proveer agua de calidad satisfactoria de alguna fuente alternativa.

(4) Los materiales que se provean a granel deberán ser pesados para su empleo en las mezclas. La incorporación de agua o de otros líquidos en las mezclas deberá ser medida con una precisión de + 2 % del peso del líquido respectivo. El Concesionario deberá registrar los pesajes para cada mezcla efectuada y guardar los registros para entregárselos a la Supervisión de Obra siempre que ésta lo requiera.



(5) Los materiales utilizados para las inyecciones del macizo, ya sea de consolidación o impermeabilización deberán, una vez instalados, ser resistentes a la erosión, durables y efectivos durante toda etapa de construcción de la obra civil, vale decir por un período igual al de construcción del presente contrato. En el caso de inyecciones de impermeabilización o de consolidación de acción temporal, limitada a la etapa de excavación y de instalación del revestimiento primario, sólo se requerirá una durabilidad y resistencia limitada, la que como mínimo sea igual al plazo citado.

(6) En caso de efectuarse inyecciones de impermeabilización con adición de bentonita, la mezcla deberá ser capaz de ingresar al macizo sin restricciones debidas a un filtrado durante la inyección o a problemas asociados a la resistencia dinámica al corte o a una viscosidad excesiva. El Concesionario deberá demostrar por medio de ensayos de aptitud en obra, como por ejemplo, ensayos de distribución de tamaño de partículas, ensayos de filtrado o ensayos de viscosidad en función del tiempo, que todos los requisitos necesarios para lograr una buena inyección son cumplidos.

(7) Se requiere del Concesionario que sólo emplee productos y técnicas de inyección que tanto durante la inyección, como a largo plazo sean compatibles con los requerimientos de protección del medio ambiente establecidos para el presente contrato de obra. Para ello el Concesionario deberá entregar a la Supervisión de Obra los certificados de los fabricantes y un informe de evaluación de posibles contaminaciones asociadas a los productos o técnicas previstas. El Concesionario se reserva el derecho de rechazar productos o técnicas de inyección que no cumplan con los requisitos de protección ambiental que gobiernan el presente contrato.

8.4.3 Inyecciones a Base de Cemento

(1) Las suspensiones de cemento en general deberán estar compuestas por cemento Portland o cementos ultrafinos y agua. Los cementos empleados deberán ser ensayados, transportados y almacenados de acuerdo a los requerimientos establecidos en la especificación.

En caso de utilizarse cementos ultrafinos, el Concesionario deberá respetar las recomendaciones emitidas por el fabricante en todo lo relacionado con el transporte, almacenamiento y período máximo de empleo del mismo en obra.

(2) Las suspensiones de cemento empleadas para la inyección de discontinuidades o juntas del macizo rocoso como también para consolidación del subsuelo en general deberán iniciarse con una relación agua/cemento en peso comprendida entre 1,5 y 2. Según sea la admisión de mezcla y el comportamiento de la inyección, esta relación deberá ser reducida en atención a lo indicado por la Supervisión de Obra, sin caer por debajo del valor 0,7.

(3) Las suspensiones de cemento empleadas para inyección de pernos de roca de tipo autoperforante inyectado o de elementos de soporte al frente del mismo tipo o de cualquier otro elemento de soporte o refuerzo inyectable, en general, deberán consistir de cemento y agua con una relación de mezcla agua/cemento en peso que esté comprendida entre 0,25 y 0,30.

(4) Suspensiones para inyección de cavidades existentes en el macizo, en general, deberán tener una relación agua/cemento en peso comprendida entre 0,35 y 0,50.



(5) En caso de requerirse inyecciones sobre la base de suspensiones de cemento para la impermeabilización del terreno, la relación agua/cemento medida en peso se limita a un valor máximo de 0,8.

(6) En general, para las inyecciones de discontinuidades o de consolidación o de impermeabilización del macizo se permite la adición de materiales inertes a las suspensiones de cemento, tales como escorias de alto horno, harinas minerales (en general de caíza) o cenizas volantes. La granulometría de estos materiales deberá ser similar a la del cemento empleado, como también, el tamaño de grano máximo. En general, no se permitirá la adición de estos materiales en un porcentaje en peso mayor a 50 % del peso de cemento. Antes de emplear cualquiera de estos materiales, el Concesionario deberá presentarlo a la Supervisión de Obra y requerir la autorización correspondiente.

(7) Se permitirá, también, el empleo de materiales aditivos estabilizantes de suspensiones, tales como la bentonita u otras arcillas. Cuando se trate de inyecciones de impermeabilización, el empleo de estos materiales no será limitado en su porcentaje en peso respecto del cemento. Contrariamente, en el caso de ejecución de inyecciones de consolidación del subsuelo o relleno de discontinuidades, el porcentaje de estos aditivos será limitado. Al igual que para los materiales inertes y con anticipación a su empleo, el Concesionario deberá presentar el aditivo y diseño de mezcla a la Supervisión de Obra, requiriendo autorización expresa para su empleo.

(8) A suspensiones de cemento utilizadas para la inyección de pernos o anclajes u otros elementos de soporte como tubos o barras de acero, se podrán adicionar aditivos plastificantes o expansivos, siempre y cuando éstos cumplan con los requerimientos establecidos en de las presentes. Estos aditivos no deberán tener efecto nocivo sobre los elementos de acero citados. No serán permitidos aditivos que contengan cloruros.

(9) Aditivos acelerantes de fraguado sólo serán admitidos en suspensiones o morteros de cemento si la Supervisión de Obra otorga su expresa autorización.

(10) Morteros de cemento para la instalación de pernos de roca u otros elementos de refuerzo deberán tener una consistencia plástica, de manera de permitir su colocación en las perforaciones sin pérdida de material. Una relación de mezcla apropiada consiste en dos partes de arena graduada convenientemente (tamaño de grano entre 0 y 5 mm) y una parte de cemento. La relación agua/cemento en peso podrá estar comprendida entre 0,5 y 0,6. El tamaño de grano mínimo admisible de la arena dependerá del tipo de dispositivo de inyección utilizado.

(11) Antes de inyectar una suspensión de cemento, se deberá obtener una mezcla en que la superficie de todas las partículas sólidas esté completamente en contacto con agua y en la que no existan burbujas de aire. El Concesionario deberá emplear mezcladoras de tipo coloidal con agitador centrífugo de elevada velocidad. El tiempo mínimo de mezclado para suspensiones de cemento no deberá ser inferior a los 3 minutos, mientras que en el caso de adición de estabilizadores, como bentonita, deberá ser mayor o igual a 5 minutos. El medio para la inyección deberá ser empleado inmediatamente después del mezclado. Si entre mezcladora y bomba de inyección se dispusiera un recipiente intermedio, la suspensión deberá ser mantenida en movimiento dentro de éste mediante un agitador. En caso de emplearse suspensiones con adición de bentonita, en las que la mezcla se deja hinchar antes de su



empleo, se requiere el empleo de una bomba que mantenga la mezcla en movimiento constante durante todo el plazo de henchimiento.

(12) Los morteros de cemento o pastas de cemento para inyecciones deberán ser mezclados en mezcladoras de hormigón y transferidas a una mezcladora de segunda fase para su posterior transferencia a la bomba de inyección.

(13) Suspensiones o morteros a base de cemento no podrán ser utilizados para ejecución de inyecciones después de 2 horas de haberse completado el mezclado, debiendo ser descartados y eliminados del sitio de obra por parte del Concesionario después de transcurrido este plazo.

(14) Siempre que se empleen productos de inyección pre-mezclados provenientes de una planta de producción, éstos deberán ser mezclados en obra de acuerdo a las indicaciones del fabricante y con las relaciones agua/cemento por él recomendadas. Todos estos productos deberán ser mezclados en obra mediante mezcladoras del tipo citado en el punto (11) anterior.

(15) Para cada mezcla particular de suspensiones de cemento deberán realizarse ensayos de flujo, mientras que para las mezclas de mortero se requieren ensayos de cono de asentamiento. El Concesionario deberá registrar los resultados y remitirlos a la Supervisión de Obra con una frecuencia mutuamente convenida con anticipación. Los ensayos deberán ser ejecutados sobre la base de las normas Peruanas o las normas ACI correspondientes.

8.4.4 Inyecciones a Base de Productos Químicos

(1) Además de inyecciones sobre la base de cemento y materiales cementantes, se prevé también la necesidad de empleo de inyecciones con productos químicos empleados en forma de suspensiones, soluciones o emulsiones. Los objetivos de las inyecciones serán, en particular, la consolidación e impermeabilización del macizo rocoso en condiciones en que las inyecciones a base de cemento no sean eficientes o no puedan ser ejecutadas. Antes de la ejecución de cualquier inyección de productos químicos, como lo son, por ejemplo, geles sobre la base de silicatos, resinas epoxi, resinas poliuretánicas, espumas expansivas, emulsiones, etc., el Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra una descripción exhaustiva de los productos, la metodología de inyección prevista y las características del producto una vez inyectado en el subsuelo. Asimismo, deberá efectuar todos los ensayos de aptitud correspondientes para otorgarle a la Supervisión de Obra la información necesaria para evaluar la aplicabilidad de las inyecciones propuestas.

(2) Los tanques y recipientes para el almacenamiento y mezclado de los componentes para inyecciones químicas deberán ser limpios y libres de polvo o cualquier otro tipo de partículas, debiendo ser cubiertos adecuadamente cuando no estén en uso. El punto de descarga de los tanques para productos químicos deberá estar situado a una altura reducida encima del fondo de los mismos, de modo de permitir la acumulación de sedimentos más pesados en el fondo y su exclusión en las inyecciones. Cualquier material deberá ser provisto con tamaño de grano inferior a 10 micrones. En caso contrario, los componentes reactivos de la mezcla deberán ser centrifugados en forma separada o alternativamente filtrados en obra para remover las partículas de tamaño mayor a 10 micrones.



(3) Los límites de fluencia deberán ser propuestos por el Concesionario y ser aprobados por la Supervisión de Obra. Los equipos de mezclado deberán ser tales que aseguren la proporción correcta de los componentes químicos, asegurando que tanto el límite de fluencia como el tiempo de fraguado se mantengan dentro de un rango de + 20 % del preestablecido. En todo caso, se deberá asegurar la homogeneidad de la mezcla. El medio de inyección deberá ser descartado a partir del momento en que se encuentre disponible sin utilización por un lapso mayor o igual a 50 % del plazo asociado al límite de fluencia, medido a partir del comienzo del mezclado de los componentes reactivos más relevantes.

(4) En caso de utilizarse inyecciones químicas, el Concesionario deberá proveer en obra un laboratorio y personal calificados para monitorear y registrar propiedades críticas de cada mezcla de medio de inyección efectuada en obra. Se deberán monitorear, por ejemplo, el tiempo de fraguado, el peso específico, pH, la pérdida por filtrado a través de un filtro de abertura de 10 micrones y la resistencia uniaxial a la compresión. Todos estos ensayos deberán ser efectuados de acuerdo a las normas Peruanas vigentes o de acuerdo a las instrucciones que la Supervisión de Obra imparta oportunamente.

(5) Siempre que se efectúen inyecciones mediante productos químicos, el Concesionario deberá medir la temperatura del macizo en momentos de ejecutar la inyección, con el objeto de verificar las características de fraguado de la mezcla y alcance de los plazos propuestos.

8.4.5 Ensayo de los Trabajos

8.4.5.1 Ensayos de Aptitud sobre los Medios de Inyección Propuestos

(1) Los medios de inyección empleados deberán ser ensayados sobre la base de seis cubos de 100 mm de lado. Las muestras deberán ser obtenidas en obra como mínimo una vez a la semana, cada vez que se ejecuten inyecciones y en forma independiente para cada tipo de inyección diferente en curso. En caso de efectuarse inyecciones en forma intermitente y de corta duración, será necesario que para cada nueva aplicación se ensayen las seis muestras citadas anteriormente. Los ensayos deberán ejecutarse de acuerdo con los siguientes procedimientos:

(a) Muestreo, preparación, curado y ensayos de acuerdo a la norma EN 196 o alguna norma equivalente

(b) La resistencia media a la compresión de muestras de suspensiones o morteros de cemento empleados para las inyecciones deberá ser mayor o igual a los valores consignados en el siguiente cuadro:

(a) Tiempo transcurrido

(a) Inyecciones de consolidación o relleno de discontinuidades

(a) Inyecciones de mortero (pernos y otros refuerzos) (a) Inyecciones de relleno de cavidades y de contacto

(b) horas (b) - (b) - (b) N/mm²

(c) horas (c) N/mm² (c) N/mm² (c) N/mm²

(d) días (d) N/mm² (d) N/mm² (d) N/mm²



(a) Cualquier valor individual de resistencia determinado en un ensayo no deberá variar en más de los siguientes valores respecto de los valores consignados en la tabla superior:

1 N/mm² para ensayos efectuados a las 24 horas

3 N/mm² para ensayos efectuados a los 28 días

1. Además de ensayos de resistencia, el Concesionario deberá efectuar sobre los medios de inyección a base de suspensiones o soluciones ensayos para determinación de los parámetros que se listan a continuación, de modo que se verifique que para cada tipo de inyección prevista se alcancen los objetivos propuestos. Cuando se ejecuten inyecciones en forma continua, los ensayos deberán ser ejecutados una vez por semana y en forma independiente para todo tipo de inyección diferente. Cuando las inyecciones se efectúen esporádica o alternativamente, cada operación individual de inyección, deberá ser acompañada de los ensayos especificados. Los parámetros a ser ensayados son los siguientes:

- Viscosidad
- Exudación
- Peso específico
- Tiempo de fraguado

8.4.5.2 Ensayos de aptitud para inyecciones de consolidación o de relleno de discontinuidades

(1) Siempre que se requiera la consolidación del subsuelo mediante inyecciones de consolidación o el relleno de discontinuidades en forma anticipada al frente de excavación de la cavidad, el Concesionario deberá ejecutar ensayos de aptitud del método de inyección propuesto. Cabe consignar, que se excluyen de esta disposición sectores de terreno de dimensiones reducidas que se decidan consolidar desde el frente de excavación en el transcurso de la excavación del túnel para evitar relajaciones del terreno o la generación de sobreexcavaciones locales. Adicionalmente a estos requisitos listados a continuación, el Concesionario podrá proponerle a la Supervisión de Obra otros ensayos o pruebas, cuya ejecución considere conveniente antes, durante o después de los trabajos de consolidación.

(2) Antes del inicio de las inyecciones

(3) Se requiere que el Concesionario ejecute una cantidad de sondeos suficiente, a ser convenida con la Supervisión de Obra, de modo de cubrir el sector que deberá ser inyectado y consolidado. Las perforaciones deberán ser de tipo rotativo con extracción continua de núcleos. Deberán efectuarse ensayos de permeabilidad en intervalos de 2 m, empleándose el Método de Lugeon. Siempre que se trate de un material de características de suelo, se deberán efectuar asimismo, análisis granulométricos sobre los núcleos obtenidos, que abarquen a todos los estratos representativos del subsuelo investigado. La información obtenida permitirá la selección del medio y método de inyección más adecuados. Una vez efectuada la selección y el diseño de las inyecciones de prueba, el Concesionario deberá ejecutar las inyecciones en los sondeos existentes, a las profundidades establecidas por la Supervisión de Obra y empleando los medios de inyección y relaciones de mezcla considerados apropiados. Anticipadamente, la metodología de ejecución de estas inyecciones elaborada por parte del Concesionario deberá haber sido aprobada por la Supervisión de Obra. Como parte de esta metodología de ejecución



deberán considerarse la ejecución y el registro detallado de observaciones en terreno y medición de todas las variables de inyección.

(4) En caso de inyección de discontinuidades del macizo rocoso, se recomienda que los ensayos de prueba o aptitud se efectúen en forma anticipada a los trabajos en el frente de excavación en sectores de macizo representativos escogidos con la aprobación de la Supervisión de Obra. En caso de sectores de macizo muy alternados, que se comportan como un suelo, las inyecciones de prueba deberán efectuarse directamente en el sector de la obra en cuestión.

(5) Después de completadas las inyecciones de prueba y endurecido el material inyectado, el Concesionario deberá efectuar ensayos sobre muestras representativas y no perturbadas del macizo consolidado. Para ello deberá proponer un sistema de extracción de muestras sobre la base de extracción de muestras por corte o perforación. Deberán obtenerse muestras del macizo inyectado para en cada estrato o sector de propiedades y/o permeabilidades diferentes, como determinado anticipadamente a través de los sondeos de exploración. Sobre las muestras extraídas, el Concesionario deberá efectuar ensayos de verificación de la calidad del macizo inyectado. Como mínimo deberán considerarse ensayos de verificación de la calidad y homogeneidad de la inyección en forma visual, efectuados sobre la base de perforaciones rotativas con extracción de núcleos. El diámetro mínimo de los núcleos obtenidos deberá ser de 80 mm o el que oportunamente dé a conocer la Supervisión de Obra. Siempre que las condiciones lo permitan y que ello sea requerido por parte de la Supervisión de Obra, deberán ejecutarse, asimismo, ensayos de compresión simple sobre muestras de macizo cortadas in situ u obtenidas a través de perforaciones. Los ensayos deberán ser llevados a cabo en atención a los requerimientos de las normas vigentes. En caso de tratarse de un macizo con características de suelo, deberán obtenerse muestras de forma cúbica y longitud de arista mínima de 20 cm. Cuando se efectúen inyecciones de relleno de discontinuidades del macizo, se requerirá del Concesionario que excave sectores de mayor tamaño del macizo inyectado, a efectos de verificar visualmente el resultado de la inyección. Todos los ensayos que el Concesionario ejecute como parte de la verificación de la calidad de las inyecciones de prueba deberán ser documentados por él en un informe metodológico, que deberá ser entregado a la Supervisión de Obra y aprobado por ésta anticipadamente a la ejecución de los ensayos.

8.4.5.3 Ensayos de aceptación para inyecciones de consolidación o de relleno de discontinuidades

(1) Antes de iniciarse los trabajos de inyección de consolidación de macizo o de relleno de discontinuidades, el Concesionario deberá haber comprobado a través de los ensayos de aptitud citados en el ítem anterior, que es posible alcanzar el objetivo de la inyección prevista con una determinada metodología y un cierto medio de inyección.

(2) Una vez aplicado el método seleccionado y terminado con la inyección en un sector de macizo cualquiera en que ésta haya sido declarada necesaria por el diseño de detalle o por requerimiento de la Supervisión de Obra, será necesario efectuar ensayos de aceptación, a través de los cuales se verifique el logro del objetivo deseado con anticipación al inicio de la excavación. Se requiere que a este efecto el Concesionario entregue a la Supervisión de Obra una propuesta metodológica de ejecución de ensayos de aceptación, a los que podrá proceder una vez recibido la aprobación respectiva.



(3) Los ensayos de aceptación deberán incluir la ejecución de perforaciones, la inspección visual del sector inyectado, siempre que esto sea posible antes, de lo contrario, durante los trabajos de excavación, la ejecución eventual de ensayos de permeabilidad, como también otro tipo de ensayos requeridos por parte de la Supervisión de Obra, como, por ejemplo, la verificación de la resistencia a compresión u otras características mecánicas del macizo inyectado. El Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra un registro y descripción completos de los ensayos y observaciones efectuados, requiriendo la aprobación del inicio de excavación, sin la que no deberá iniciar ningún trabajo de avance del frente de excavación de la cavidad.

8.4.6 Equipos para Inyecciones

8.4.6.1 General

(1) El equipamiento provisto para actividades de inyección deberá incluir mezcladoras, bombas de inyección, equipos o dispositivos de registro, depósitos o recipientes reguladores, obturadores (packers), tuberías de inyección, caños o lanzas de inyección y accesorios y dispositivos auxiliares varios. Los equipos deberán mantenerse satisfactoriamente de manera que se garantice un trabajo continuo y eficiente de todo tipo de actividad de inyección o de ensayo.

(2) El Concesionario deberá mantener disponible durante todas las operaciones de inyección una bomba de inyección de repuesto para ser utilizada inmediatamente en caso de que la bomba regular tenga un desperfecto.

8.4.6.2 Mezcladoras

(1) Las mezcladoras deberán estar accionadas eléctricamente o por aire comprimido. Deberán ser mezcladoras de tipo coloidal de alta velocidad, de compartimento simple o doble y estar aprobadas por la Supervisión de Obra. Deberán poder suministrar un flujo continuo de mezcla homogénea compatible con los caudales de medio de inyección requeridos.

(2) Las mezcladoras deberán estar provistas con un dispositivo que mida el volumen de agua adicionado a la mezcla, el que deberá tener una precisión de al menos 0.5 litros.

(3) En caso de usarse una mezcladora de compartimento simple se requerirá un tanque intermedio de regulación, provisto de agitadores mecánicos, mediante los que se asegure que la mezcla esté continuamente en movimiento y que el suministro de medio de inyección sea continuo.

(4) La capacidad de las mezcladoras deberá ser suficiente para evitar que las bombas de inyección operen en seco.

(5) Se deberá proveer un tamiz de aberturas de 3 mm² antes de que la mezcla ingrese a la bomba de inyección.

8.4.6.3 Bombas de inyección

(1) Las bombas de inyección deberán permitir una regulación independiente de caudal y presión. Para una presión determinada, éstas deberán poder suministrar caudales que varíen desde 0 hasta su capacidad máxima.



(2) Las bombas de inyección empleadas en el presente contrato deberán ser de un fabricante reconocido. Asimismo, deberán ser del tipo de acción doble recíproca de desplazamiento positivo. En general, se sugiere el empleo de bombas de pistones de acción doble (dúplex) con recipiente regulador de presión y control hidráulico.

(3) Las bombas de inyección deberán ser capaces de inyectar mezclas de consistencia hasta una relación agua/cemento en peso de 1/3. Deberán, asimismo, poder operar con mezclas con adición de bentonita, arena, materiales inertes o productos químicos especiales.

(4) Adicionalmente, las bombas de inyección deberán estar previstas de válvulas de acción rápida del tipo llave de macho (plug-valve), un manómetro de alta precisión con lectura en atmósferas y un bypass, que conecte la boca de suministro de la bomba con el tanque, mezcladora o tubería de ingreso a la misma. La bomba deberá estar provista con tuberías y válvulas de interconexión que permitan una transferencia inmediata de caudal a equipos de reserva, garantizando de este modo un flujo continuo y sin interrupciones del medio de inyección a la perforación respectiva.

(5) Las bombas de inyección empleadas para consolidación del macizo o relleno de discontinuidades o impermeabilización del subsuelo deberán ser capaces de proveer un caudal de medio de inyección no menor a 60 l/min a una presión de 20 atmósferas. La presión de trabajo podrá oscilar entre 2 y 10 atmósferas, no obstante lo cual las bombas deberán poder operar con una presión máxima de 25 a 30 atmósferas. Los equipos empleados deberán permitir una variación constante y precisa desde el valor máximo hasta cero, tanto de la presión como del caudal de inyección.

Adicionalmente, deberá poder efectuarse un ajuste expedito de la consistencia del medio de inyección, sin que ello signifique un riesgo de interrupción del proceso o la posibilidad de fraguado del medio inyectado.

8.4.6.4 Manómetros

(1) Se requiere por parte del Concesionario la instalación de manómetros en el cuello de cada perforación que es inyectada.

(2) Los manómetros deberán ser de un rango de medición de al menos el doble de la máxima presión prevista para cualquier fase de inyección particular, debiendo tener una precisión de lectura de + 3 %.

(3) El Concesionario deberá proveer manómetros de tipo estándar para propósitos de calibración. En todo momento el Concesionario deberá mantener en obra una cantidad suficiente de manómetros de trabajo. Éstos no deberán ser utilizados durante un periodo mayor a la duración de dos turnos de trabajo, después del cual deberán ser limpiados y re-calibrados. Todos los manómetros de trabajo deberán estar numerados para ser identificables. Los manómetros para calibración no deberán ser utilizados durante operaciones de inyección.

8.4.6.5 Equipos de registro

(1) El Concesionario deberá proveer equipos de registro automático de la presión y el caudal de inyección, los que deberán ser capaces de generar diagramas continuos de estas dos variables a lo largo del proceso de inyección. Estos equipos deberán permitir también



representaciones en pantalla y la impresión de los resultados en cualquier momento del proceso. Además de registrar ambas variables citadas, los equipos de registro deberán poder almacenar los volúmenes acumulados del medio de inyección en litros.

(2) Se requiere del Concesionario, que a lo largo de cualquier operación de inyección del macizo registre en forma continua e interrumpida la presión y el caudal de inyección. Adicionalmente a los registros efectuados a través de los equipos de inyección, la presión de inyección deberá ser monitoreada en la boca del caño de inyección y representada, en función del tiempo, sobre la base de un diagrama de presiones absolutas. De esta forma se garantiza un control de la operación, a través de la posibilidad de una comparación de lecturas simultáneas. Los registros efectuados deberán ser remitidos a la Supervisión de Obra en un formato y con las frecuencias previamente convenidos mutuamente. Para toda operación de inyección de importancia, los registros citados deberán ser entregados a la Supervisión de Obra dentro de las primeras 24 horas de haberse completado el trabajo.

8.4.6.6 Obturadores (Packers)

(1) Para las inyecciones en que se requieran obturadores o packers, éstos deberán estar constituidos por tubos neumáticos o tubos expansivos o anillos de goma o cuero, o cualquier otro material adecuado instalado en el extremo de los caños de inyección, que sea de aprobación de la Supervisión de Obra.

(2) Los obturadores deberán ser capaces de sellar perforaciones en cualquier sector de éstas y de resistir una presión de agua igual a la máxima presión del medio de inyección en el punto respectivo, sin que se produzcan pérdidas. El Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra detalles de la disposición propuesta, a efectos de obtener la aprobación.

8.4.6.7 Cañerías de suministro del medio de inyección

(1) Todas las cañerías, mangueras y accesorios de transporte y suministro del medio de inyección deberán ser capaces de resistir una presión de inyección de mínimo 25 atmósferas, medida en la boca de la perforación o tubo de inyección. Entre la bomba y el citado sitio podrán materializarse presiones mayores.

(2) Se requiere la instalación de una línea de retorno conectada al extremo del manómetro de la boca de perforación que está orientado a la bomba de inyección, a efectos de permitir la limpieza de las mangueras, para controlar el caudal de inyección, como asimismo, para un alivio de presión en casos de emergencia. La línea de retorno citada deberá descargar en la mezcladora o en un sitio de desecho.

(3) La longitud de manguera de inyección que media entre la bomba de inyección y la boca de la perforación no deberá superar los 100 m.

(4) Los tubos o lanzas de inyección que son instalados en el macizo deberán ser de construcción rígida y de una longitud tal que abarquen completamente hasta el extremo más alejado el sector de macizo que se pretende inyectar. El Concesionario deberá entregar a la Supervisión de Obra para aprobación un detalle exacto de la disposición de tubos de inyección adoptada, de los espacios previstos entre válvulas de inyección, de los diámetros de perforaciones y diámetro de tubos, del espaciamiento entre obturadores y todo otro detalle de conexión relevante.



(5) Cada tubo o lanza de inyección instalado en el terreno deberá estar provisto con un rótulo de identificación.

(6) El diámetro de perforaciones para instalación de tubos con válvulas de inyección, incluyendo el encamisado de la perforación cuando necesaria, no deberá superar en más de 45 mm al diámetro del tubo con válvula.

8.4.7 Ejecución de las inyecciones

8.4.7.1 Generalidades

(1) Durante cualquier operación de inyección el Concesionario deberá asegurar que el trabajo sea supervisado convenientemente. Siempre que se ejecuten inyecciones, el Concesionario tendrá la responsabilidad de inspeccionar no sólo el sector inyectado, sino además, todo el área de influencia posible, prestando atención particular en la ocurrencia de posibles eventos indeseados o riesgosos, como lo son fisuras en el revestimiento de hormigón proyectado, deformaciones del macizo, pérdidas del medio de inyección, como asimismo otros posibles efectos o daños sobre estructuras adyacentes. En caso de ocurrencia de cualquiera de los citados eventos, el Concesionario deberá suspender inmediatamente los trabajos de inyección y dar aviso a la Supervisión de Obra.

(2) El Concesionario será el responsable exclusivo de cualquier daño simultáneo o posterior generado a causa de errores en las operaciones de inyección, falta de supervisión de las tareas o falta de inspección del área de influencia de los trabajos.

(3) Una inyección deberá ser desarrollada hasta alcanzarse el punto de rechazo, significando ello que el consumo de medio de inyección a la presión requerida ha disminuido por debajo de 2 litros por minuto por metro de tubo de inyección, valor que debe obtenerse como promedio a lo largo de un período de 10 minutos.

(4) Una vez instalados los tubos o lanzas de inyección y relleno el espacio entre ellos y la perforación mediante mortero de cemento, deberán limpiarse las válvulas de inyección, cada una en forma individual, empleándose para ello una inyección de agua a presión o de agua mezclada con agentes químicos. No deberá emplearse para la limpieza ningún tipo de mezcla cementicia. La limpieza deberá iniciarse recién después que la resistencia a la compresión del mortero de fijación de los tubos haya superado 1 N/mm². La inyección deberá ser efectuada con pequeños caudales de líquido. El proceso de limpieza deberá ser monitoreado mediante manómetros e indicadores de caudal, de modo de poder cesar con la inyección inmediatamente después que se haya podido determinar que el flujo de líquido a través de las válvulas está garantizado.

(5) Una vez terminadas las actividades de inyección de consolidación o impermeabilización o de relleno de discontinuidades del macizo, el Concesionario deberá rellenar todos los tubos o lanzas de inyección mediante un mortero de cemento-bentonita de relación 1/1,5.

(6) En general, se requerirá del Concesionario que antes de iniciar cualquier actividad de inyección haya elaborado un diseño exhaustivo y una metodología detallada, en la que se describa en forma cronológica todas las medidas que se desarrollarán a lo largo de la actividad. La aptitud de los procedimientos propuestos se juzgará sobre la base de los resultados obtenidos a través de los ensayos efectuados en el terreno.



8.4.7.2 Limpieza de perforaciones

(1) Excepto sea requerido en forma contraria por la Supervisión de Obra, las perforaciones deberán ser limpiadas cuidadosamente desde el fondo hacia adelante, después de finalizado el perforado y siempre que la estabilidad de la perforación lo permita. Para ello se deberá utilizar aire comprimido inyectado a la perforación a través de una tubo que deberá ser retirado lentamente desde el fondo hacia la boca. Sólo se permitirá el empleo de agua si la Supervisión de Obra lo aprueba.

(2) En caso de no ser estables las paredes de la perforación, las perforaciones podrán ser ejecutadas mediante el empleo de un medio estabilizador, como bentonita, o mediante encamisado. En el primer caso, el mismo medio será el que se utilizará para relleno del espacio anular entre perforación y tubo de inyección. En el segundo, el mortero de relleno deberá ser colocado a través del propio caño de inyección en momentos en que éste es instalado, procediéndose al relleno desde el fondo de la perforación hacia la boca de ésta.

(3) Una vez instalados los caños de inyección, el Concesionario deberá instalar una tapa o capuchón protector en la boca de éstos, de modo de evitar que ingrese suciedad.

8.4.7.3 Presión de inyección

(1) Las presiones de inyección a ser empleadas variarán en función de los casos y tipos de inyección ejecutados. En general, las presiones deberán ser tan altas como sea posible, sin que ellas causen deformaciones inadmisibles del macizo o daños en estructuras existentes vecinas. Será obligación del Concesionario efectuar un monitoreo y regulación permanentes de la presión de inyección, de modo que no genere daños y cumpla en todo momento con las directivas que imparta la Supervisión de Obra.

(2) El Concesionario deberá instalar válvulas de alivio de presión automáticas en los circuitos de inyección, las que deberán ser colocadas en forma vecina a los sitios de inyección, dondequiera que la presión de inyección pueda producir algún daño.

(3) Las presiones de inyección deberán ser medidas y registradas en la boca de la perforación del tubo o lanza de inyección.

(4) Anticipadamente a la ejecución de cualquier inyección, el Concesionario deberá convenir con la Supervisión de Obra el caudal de inyección que empleará.

(5) En general, las inyecciones deberán ejecutarse en etapas sucesivas de presiones crecientes hasta que se haya alcanzado la presión de inyección preestablecida.

8.4.7.4 Inyecciones de relleno de discontinuidades

(1) Para la ejecución de este tipo de inyecciones del macizo rocoso, deberán ejecutarse perforaciones con perforado a percusión de diámetro no menor a 38 mm. Siempre que la longitud de las perforaciones supere los 3 m, el diámetro podrá tener que ser incrementado, como oportunamente lo indique la Supervisión de Obra.

(2) Las perforaciones deberán ser ejecutadas con una inclinación de mínimo 10° respecto de la horizontal (hacia arriba o hacia abajo). La inyección deberá llevarse a cabo en atención a los siguientes requerimientos:



- Se deberá instalar un obturador (packer) apropiado y dejar que la perforación se llene con agua;
- Siempre que sea necesario o requerido por parte de la Supervisión de Obra , deberá medirse la presión hidrostática del agua dentro de la perforación anticipadamente a la ejecución de la inyección;
- Excepto lo dispuesto en forma contraria por parte de la Supervisión de Obra , la inyección no deberá ejecutarse hasta el punto de rechazo o saturación, sino interrumpida cuando se juzgue que la cantidad de medio de inyección introducida es suficiente para sellar las discontinuidades y evitar la infiltración de agua;
- No se admitirá que se ejecuten inyecciones del tipo en cuestión en inmediaciones de estructuras de concreto fundido de construcción reciente; excepto autorizado expresamente en contrario por parte de la Supervisión de Obra , las inyecciones podrán iniciarse recién después de alcanzada la resistencia a 28 días de la estructura;
- Una vez completada la inyección, las perforaciones deberán sellarse con un mortero de baja retracción.

8.4.7.5 Inyecciones de relleno de huecos entre revestimientos primario e interno de las cavidades

(1) Se requiere del Concesionario que en forma sistemática ejecute inyecciones de relleno de los huecos que puedan quedar materializados entre los revestimientos de hormigón proyectado o sistema de impermeabilización y el revestimiento interno de concreto fundido de las cavidades.

Estas inyecciones deberán ejecutarse en la clave de la cavidad respectiva sobre la base de lo especificado en el ítem 16.15 de las presentes especificaciones.

(2) En general, el medio de inyección deberá consistir de una mezcla de materiales compuestos por cemento, arena y agua, pudiendo contener, además, aditivos y/o materiales inertes u otros aglutinantes para mejorar la trabajabilidad. Los materiales y aditivos propuestos por el Concesionario deberán ser aprobados por la Supervisión de Obra.

(3) Las inyecciones de relleno no deberán iniciarse antes que el concreto del revestimiento interno de la cavidad haya alcanzado una resistencia de mínimo 56 días. La presión de inyección deberá ser mantenida por debajo de las 3 atmósferas. Siempre que la Supervisión de Obra otorgue su aprobación, las inyecciones de relleno podrán ser iniciadas después de 28 días de instalado el concreto del revestimiento interno.

(4) El espaciamiento longitudinal entre perforaciones (tubos) de inyección situadas en la clave del revestimiento interno no deberá ser superior a 3 m. En los costados de cada paño de fundición de concreto, vale decir, en vecindad a las juntas entre paños contiguos, las perforaciones de inyección deberán quedar separadas como mínimo 1 m de las juntas.

(5) Tubos de inyección, como asimismo, tubos de venteo para inyecciones de relleno deberán ser posicionados antes del fundido del concreto de revestimiento interno.

(6) El Concesionario deberá llevar un registro detallado de las presiones y caudales de inyección durante el relleno de huecos entre revestimientos. Se requiere que con anticipación a



la ejecución del inicio de cada nueva etapa de inyección, el Concesionario dé aviso por escrito a la Supervisión de Obra sobre el sector, fecha y hora de inicio de las actividades de inyección. Después de haberse inyectado como máximo la primera docena de paños de revestimiento, el Concesionario deberá efectuar una evaluación del volumen de relleno inyectado, estimando con qué grado de eficiencia se ha completado el fundido del concreto del revestimiento interior. Para ello se deberán tomar como base las mediciones de control de perfil del revestimiento primario del túnel. Sobre la base de la evaluación citada, la Supervisión de Obra analizará la situación y decidirá de qué forma se deberá continuar con las operaciones de inyección. Si se constata que existe un déficit de volumen de revestimiento interno de concreto significativo, se requerirá del Concesionario que efectúe el relleno de huecos con un mortero de alta resistencia y que, después de la instalación de éste, efectúe una segunda inyección mediante suspensión de cemento para garantizar el contacto perfecto entre los revestimientos.

(7) Una vez completada la inyección de relleno, el Concesionario deberá cortar los tubos de inyección insertos en el revestimiento hasta una profundidad requerida por la Supervisión de Obra, rellenar las perforaciones y restituir la superficie interna del revestimiento a satisfacción de la Supervisión de Obra

8.4.7.6 Inyecciones de relleno de cavidades

(1) Siempre que se tenga conocimiento o que, por las características geológicas reinantes, se pueda suponer que en el macizo circundante a la cavidad existen cavidades naturales o artificiales, éstas deberán ser inyectadas con anticipación a la instalación del sistema de impermeabilización de la cavidad, una vez que el revestimiento primario haya desarrollado suficiente resistencia.

(2) En general el medio de inyección para este tipo de inyecciones deberá componerse de una mezcla de materiales cementantes, arena y agua, pudiendo contener además aditivos y/o materiales inertes u otros aglutinantes para mejorar la trabajabilidad. Los materiales y aditivos propuestos por el Concesionario deberán ser aprobados por la Supervisión de Obra.

(3) En general, para cualquier cavidad que sea necesario rellenar, el Concesionario deberá proponer a la Supervisión de Obra un método, diseño, metodología y secuencia de trabajo particulares, los que deberán ser aprobados por ésta antes del inicio de las actividades de inyección.

(4) Con anticipación al inicio de actividades de inyección, el Concesionario deberá dar aviso por escrito a la Supervisión de Obra, consignando la fecha y hora exactas en que se iniciarán las actividades.

(5) Después de completada la operación de inyección, el Concesionario deberá cortar todo tubo o caño de inyección o de venteo que queden a la vista, asimismo, deberá limpiar y re-acondicionar las superficies a partir de las cuales efectuó los trabajos.

8.4.7.7 Inyecciones de consolidación y de impermeabilización del terreno

(1) Podrá requerirse la ejecución de inyecciones de consolidación o de impermeabilización del macizo en cualquiera de los tipos de obra subterránea parte de este contrato, vale decir, túneles, galerías, cavernas, pozos y nichos. Las inyecciones deberán ser ejecutadas por el Concesionario siempre que éstas se especifiquen a través de los planos de detalle o que lo



requiera expresamente la Supervisión de Obra. Si el Concesionario considera apropiado la ejecución de inyecciones deberá plantear una propuesta, debidamente justificada, a la Supervisión de Obra para su aprobación.

(2) Las inyecciones deberán ser ejecutadas por medio de tubos de inyección, provistos de válvulas, los que deberán ser insertos en perforaciones ejecutadas a través del hormigón proyectado en el interior del macizo rocoso. La longitud de los tubos, presiones de inyección, diámetro de los tubos, disposición de los tubos en el macizo y modalidad de la propia inyección a través de las válvulas y con el empleo de obturadores (packers) deberá ser adaptada a las condiciones particulares de cada caso. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser de 38 mm.

(3) Los obturadores (packers) deberán ser instalados dentro de los tubos a no menos de 50 cm de distancia del revestimiento de hormigón proyectado, de modo que se prevenga que se desarrollen elevadas presiones sobre éste. Siempre que se efectúen inyecciones de consolidación o impermeabilización en sectores en que ya está instalado el revestimiento interior de la cavidad, los obturadores deberán ser colocados en coincidencia con este revestimiento.

(4) Siempre que durante el inicio de una operación de inyección la presión de inyección no se materialice en la magnitud prevista, deberá aumentarse la consistencia del medio de inyección en forma gradual, hasta alcanzarse la presión de diseño. En caso que durante este proceso la presión aumentara rápidamente, será necesario que la consistencia del medio de inyección sea reducida de inmediato, de manera de evitar que el sistema de inyección se obture.

(5) En general, la disposición de los tubos o lanzas de inyección en el macizo y la secuencia de inyección deberán ser diseñadas de tal forma que se logre una continuidad en el tratamiento del terreno y una masa de terreno uniformemente consolidada o impermeabilizada, una vez finalizado el trabajo. Cuando los objetivos de la inyección no hayan sido alcanzados, el Concesionario deberá continuar con las operaciones de inyección hasta cumplir con el propósito previsto.

(6) Después de haberse completado la inyección en un tubo de inyección, la presión de inyección de retorno deberá ser mantenida a través del cierre de la válvula de ingreso en la boca del tubo, hasta que el medio de inyección haya fraguado suficientemente.

8.4.7.8 Inyecciones a través de pernos autoperforantes inyectables

(1) Los pernos de anclaje autoperforantes inyectados deberán ser inyectados mediante una suspensión de cemento, que es bombeada a través de la barra hueca que los constituye. Las inyecciones deberán ejecutarse desde el inicio de la operación de perforado, de manera de garantizar que la suspensión se mezcle uniformemente con los escombros y que se logre una perfecta adherencia entre el perno y el suelo. Siempre que la Supervisión de Obra lo considere necesario o que los ensayos de aceptación de pernos lo indiquen oportuno, el Concesionario deberá ejecutar una inyección secundaria o adicional, después de instalado el perno.

(2) De requerirlo la Supervisión de Obra o siempre que el mismo Concesionario lo considere apropiado, podrán utilizarse pernos autoperforantes inyectables como tubos de inyección para consolidación o impermeabilización localizada del macizo. Estos pernos podrán ser instalados tanto radialmente desde la cavidad o en forma anticipada en el frente de ésta, en cuyo caso al



mismo tiempo cumple con la función de soporte al frente. Con anticipación del empleo de pernos para inyecciones, el Concesionario deberá requerir expresa autorización por parte de la Supervisión de Obra .

(3) Las inyecciones a través de pernos autoperforantes inyectables no son consideradas como una alternativa equivalente a la inyección a través de tubos de inyección con válvulas y obturadores.

Por lo tanto, se aceptarán únicamente para mejoramiento de sectores locales del macizo de dimensiones reducidas y no como sistema de inyección sistemático de sectores de terreno de mayo tamaño.

8.4.8 Registros durante Inyecciones

(1) En forma diaria el Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra un formulario de un diseño previamente convenido, en el que se hayan registrado todas las actividades de inyección en obra efectuadas durante el día anterior. El mismo deberá ser entregado por triplicado.

(2) La información remitida a la Supervisión de Obra deberá contener, como mínimo, los siguientes datos:

- a) Identificación o emplazamiento de cada perforación inyectada;
- b) Etapa de inyección a la que corresponda la perforación o junta inyectada;
- c) Detalles sobre el ensayo de agua a presión ejecutado, con mención de las presiones empleadas y de los períodos de bombeo;
- d) Detalles del diseño y composición de la mezcla del medio de inyección;
- e) Detalles de la inyección misma, tales como presión de inyección, consistencia del medio de inyección, volumen de material de inyección inyectado, como asimismo, cantidad de materiales inyectados y períodos de inyección;
- f) Observaciones generales sobre la metodología de inyección empleada, efectos laterales observados, filtraciones del medio de inyección, daños o deformaciones generadas en macizo o estructuras, rechazos, etc..
- g) Cualquier otra información adicional requerida expresamente por parte de la Supervisión de Obra .

(3) Adicionalmente a la entrega periódica de información, ante cualquier demanda de información específica relacionada con alguna inyección en particular por parte de la Supervisión de Obra , el Concesionario deberá remitirle inmediatamente toda la información que en término de perforado e inyección por requerimiento de estas especificaciones debe haber sido registrada oportunamente.



8.5 REPARACIONES Y LIMPIEZA

En todo sitio en que a raíz de las operaciones de inyección se haya derramado el medio de inyección sobre estructuras de concreto, éstas deberán ser limpiadas por parte del Concesionario a satisfacción de la Supervisión de Obra .

Después de terminar las inyecciones, el Concesionario deberá sacar todos los accesorios removibles de las tuberías embebidas en el concreto. Los huecos para tales conexiones deberán rellenarse y terminarse como se especifica en el Capítulo 16 para la reparación de concreto dañado o defectuoso.

8.6 ENSAYOS DE AGUA A PRESIÓN

8.6.1 Procedimiento Regular

Cuando la Supervisión de Obra lo solicite, el Concesionario deberá llevar a cabo pruebas con agua a presión en los huecos de inyección, en los de chequeo y en los de exploración, a las profundidades que Supervisión de Obra indique, con el fin de determinar la permeabilidad de la roca y la efectividad de las operaciones de inyección.

Las presiones por usar en las pruebas con agua a presión deberán ser de la misma magnitud que las presiones de inyección, o las que determine Supervisión de Obra.

el Concesionario deberá determinar y registrar el nivel freático en la vecindad de un hueco que se va a probar hidrostáticamente, midiéndolo en aquel que se va a probar o en huecos vecinos que se hayan ejecutado para trabajos de inyección, en algunos de los huecos para las inyecciones y en todas las perforaciones de chequeo. Las pruebas con agua a presión en una perforación parcial o total hecha en la roca, se deberán llevar a cabo de la siguiente forma:

- Inmediatamente antes de iniciar las pruebas con agua a presión, el hueco deberá lavarse cuidadosamente con el fin de remover todos los sedimentos, rebabas de taladro, lodo y cualquier otra sustancia deletérea. La operación de lavado deberá continuar hasta cuando el agua retorne completamente clara o se considere que la perforación se encuentra completamente limpia.
- Se deberán insertar y expandir empaques sencillos o dobles en el hueco según lo indique Supervisión de Obra a la profundidad establecida por ésta.
- Se deberá bombear agua limpia en el hueco, entre uno y otro empaque, o entre un empaque y el fondo del hueco, a través de las válvulas y medidores que se requieran para regular la presión del agua inyectada y para medir el flujo.
- Las pruebas se deberán ejecutar aumentando y disminuyendo la presión y midiendo el gasto correspondiente en cada cambio de presión. Para cada cambio de presión, el bombeo de agua deberá continuarse hasta cuando el flujo de agua inyectada pueda mantenerse constante durante el tiempo que se especifique, o como lo indique Supervisión de Obra.

Cuando al probar un tramo de perforación se presente pérdida excesiva de agua durante la ejecución de una prueba con agua a presión, se deberá subdividir este tramo en dos partes, mediante empaques, y se deberán probar las dos partes independientemente, comenzando por



la parte más profunda. Este proceso se deberá repetir todas las veces que Supervisión de Obra lo considere necesario. Si Supervisión de Obra lo requiere, se deberá continuar la prueba disminuyendo la presión en los incrementos y durante el tiempo indicado.

Los ensayos deberán ser ejecutados en sectores específicos de la perforación a través del empleo de empaques u obturadores dobles (double packers). En general, las secciones de ensayo tendrán una longitud de 5 m o algo menos. La Supervisión de Obra seleccionará las perforaciones en las que se deberán ejecutar los ensayos citados.

Las bombas para la ejecución de ensayos de agua a presión deberán poder suministrar un caudal de mínimo 100 litros por minuto, ejercido contra una presión de mínimo 5 atmósferas y un caudal de 50 litros por minuto, ejercido contra una presión de mínimo 25 atmósferas. El Concesionario deberá proveer dispositivos apropiados para la medición del caudal de agua inyectada a través de la perforación. La precisión de estos instrumentos deberá ser como mínimo de 0.05 litros/minuto. Asimismo, deberá proveerse un tanque de aire, conectado a la línea de suministro de agua, a través del cual se puedan suavizar las fluctuaciones de presión de bombeo. La medición del caudal de inyección de agua en la perforación deberá ser ejecutada para tres niveles de presión ascendentes y deberá ser repetida para los mismos niveles de presión en forma descendente. En cada nivel de presión de ensayo preestablecido, la presión deberá ser mantenida por un período de 10 minutos. De este modo, el período de ensayo deberá ser de 10 minutos para cada nivel de presión.

Los niveles de presión de ensayo serán determinados por la Supervisión de Obra. Si la filtración a través de la perforación es demasiado grande para alcanzar un nivel de presión preestablecido, el caudal de suministro de la bomba deberá mantenerse constante en el máximo valor alcanzable. La presión deberá registrarse en intervalos de 30 segundos a lo largo de un período de 5 minutos.

El Concesionario deberá remitir a la Supervisión de Obra en forma de triplicado un informe detallado de cada ensayo de agua a presión ejecutado. Éste deberá contener los niveles de presión del manómetro y de los obturadores (packers), la presión del agua en la perforación antes del ensayo y la pérdida de presión entre el manómetro y el extremo final del tubo de inyección en la perforación. Adicionalmente a la inclusión de cuadros o tablas, los resultados del ensayo deberán ilustrarse en forma gráfica, mostrando presiones en función de caudal de inyección.

8.6.2 Procedimiento requerido para el relleno de discontinuidades del macizo

(1) El presente procedimiento se aplica para casos en que se requiera de la ejecución de inyecciones de relleno de discontinuidades del macizo.

(2) A menos que en el período de las últimas 6 horas antes de la ejecución de una inyección de relleno de discontinuidades del macizo se haya ejecutado un ensayo de agua a presión completo y exhaustivo, inmediatamente antes de efectuar la inyección la perforación, deberá ser ensayada en forma expedita mediante agua a presión en la forma consignada en los siguientes puntos de este ítem.

El agua deberá ser bombeada dentro de la perforación hasta alcanzarse el nivel de presión que será empleado posteriormente para la inyección de relleno. Una vez alcanzado este nivel,



la presión deberá ser mantenida constante durante 5 minutos, deteniéndose a medir y registrar el caudal de ingreso de agua en intervalos de 1 minuto.

(4) Si la pérdida de agua de la perforación es demasiado elevada para que se pueda alcanzar la presión deseada en un plazo de 2 minutos a partir del inicio del ensayo éste deberá ser interrumpido, debiéndose dar aviso inmediato a la Supervisión de Obra .

(5) La inyección podrá iniciarse después de la ejecución de los ensayos citados una vez que se haya obtenido la aprobación por parte de la Supervisión de Obra.



ANEXO 06 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
6.32 Estanqueidad



Índice

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
2	INYECCIONES DEL ESPACIO ANULAR	4
2.1	TRABAJOS INCLUIDOS	4
2.2	PRESENTACIONES.....	4
2.3	PRODUCTOS	5
2.4	CARACTERÍSTICAS Y RESISTENCIA DE LAS MEZCLAS	5
2.5	PRUEBAS	5
2.6	EJECUCIÓN	5
2.6.1	EQUIPOS	5
2.6.2	MEZCLA DE LECHADA.....	6
2.6.3	INYECCIÓN.....	6
2.6.4	PRUEBA DE LECHADA.....	6
2.6.5	REGISTROS	6
3	FALLA DEL OBJETIVO DE ESTANQUEIDAD:	6



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

1) Esta Especificación define los objetivos de estanqueidad para la estructura de los túneles, de las estaciones de los pozos y de otras obras conformantes de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

2) Se definen también las medidas que se adoptarán si no se logran los objetivos de estanqueidad en razón de los métodos de ejecución, o la calidad de la mano de obra, o los productos implicados en los trabajos ejecutados según las ET indicadas en el punto 1.2.

3) El objetivo de estanqueidad está definido de la siguiente forma:

- fase de construcción: infiltraciones muy reducidas (sin caudal medible); sólo se admitirán manchas húmedas que sean compatibles con la construcción de los túneles

- túneles terminados:

- infiltraciones con el túnel vacío: 0,0 m³ / hora / km de túnel (= túnel seco).
- no habrá agua visible o remiendo húmedo.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

En particular los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para este proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013) -

Para los Ensayos se debe tener en cuenta el proyecto de Actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales (EM 2012) aprobado con RD N° 01-2013-MTC/14 (09.01.2013) y, además, el Manual vigente aprobado con RD N° 28-2001-MTC/15.17

Para el diseño, el Reglamento Nacional de Construcciones y, en particular, la Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 22 "Membranas Geotextiles", ET 23 "Encofrado del Hormigón", ET 24 "Armaduras para Hormigón", ET 25 "Juntas en Estructuras de Hormigón", ET 26 "Hormigón", ET 30 "Construcción y revestimiento de túneles excavados con TBM", ET 31 "Construcción y revestimiento de túneles excavados por Métodos Convencionales".



2 INYECCIONES DEL ESPACIO ANULAR

2.1 TRABAJOS INCLUIDOS

- 1) Esta especificación se refiere a la operación de relleno del espacio anular existente entre el revestimiento del túnel y la cavidad producida por la excavación de las tuneladoras.
- 2) La tuneladora deberá estar provista de tubos para inyección de morteros de cemento a través de los sellos superficiales de cola. No está previsto inyectar a través de los elementos prefabricados del revestimiento de los túneles.
- 3) El Concesionario deberá cumplir lo siguiente:
 - a) No se podrá avanzar el equipo de tuneleo si no se puede realizar la inyección del espacio anular en simultáneo.
 - b) La velocidad de avance de la excavación debe coincidir con la velocidad de relleno del espacio anular.
 - c) Se dispondrá en tiempo real de los controles de presión y volumen de inyección que permitan verificar el relleno completo del espacio anular incluyendo los eventuales sobrecortes o sobre excavaciones.

2.2 PRESENTACIONES

El Concesionario deberá:

- 1) Presentar los detalles correspondientes a las mezclas propuestas para su aprobación. En los lugares críticos las mezclas deberán ser de fraguado a corto plazo y alta resistencia inicial. En el resto del trazado será necesario proporcionar pruebas acerca de la resistencia y propiedades de la mezcla, las que deberán ajustarse a lo previsto en el apartado 2.4. También se deberán presentar los resultados de las pruebas de rutina a las cuales se hace mención en el apartado 2.5.
- 2) Presentar al Supervisor de Obra en tiempo real y mantener registros diarios de las operaciones de inyección, indicando las cantidades colocadas, la presión utilizada, los tipos de mezcla utilizadas, la cantidad de puntos de inyección, los tiempos de ejecución y demás datos que pudieran ser requeridos por el Supervisor de Obra.
- 3) Presentar junto con las características del equipo de tuneleo, los detalles completos acerca de los equipos propuestos para inyección, incluyendo los siguientes datos, los cuales no son limitativos: Composición de las mezclas, sistema de bombeo, medición de presión y dispositivos de control, caudal y control direccional, recipientes para almacenamiento temporal, coordinación de las funciones de las tuneladoras con las operaciones de inyección, y en particular, si corresponde, control de presión de la grasa para los sellos de cola de la tuneladora.
- 4) Presentar los detalles correspondientes al procedimiento propuesto, los cuales incluirán los siguientes ítems sin limitarse exclusivamente a ellos: ubicación de la planta de mezclas, sistema de transporte de los materiales mezclados hasta el lugar de inyección, coordinación



con las otras funciones relativas a las tuneladoras, puntos de inyección a utilizar y el orden de los mismos, ubicación y control de agregado de algún aditivo.

2.3 PRODUCTOS

Se utilizarán únicamente los productos y materiales aprobados por el Supervisor de Obra.

2.4 CARACTERÍSTICAS Y RESISTENCIA DE LAS MEZCLAS

El mortero de relleno, tendrá un alto contenido de sólidos, y será tan líquido como sea posible para garantizar el llenado del espacio anular. Deberá tener buena trabajabilidad hasta el momento de la inyección – que podría proponerse si ocurrieran problemas en la máquina – y rápido endurecimiento luego de la inyección. El mortero debe poder ser inyectado aun habiendo permanecido un tiempo en las cañerías, para reducir al mínimo las tareas y los tiempos de limpieza de las mismas. El mortero deberá adquirir rigidez luego de 5 a 7 horas de inyectado, y alcanzará una resistencia a las 24 horas comprendida entre 0,30 y 0,50 MPa. La resistencia a los 28 días estará comprendida entre 4 y 8 MPa. (40 a 80 kg/cm²).

2.5 PRUEBAS

El Concesionario deberá:

- 1) Llevar a cabo ensayos de prueba de las mezclas propuestas, más las pruebas de rutina de la mezcla aprobada de la siguiente forma:
 - a) Resistencia a la compresión a 3 horas
 - b) Resistencia a la compresión a 28 días
 - c) Determinación de los tiempos iniciales y finales de fraguado.
- 2) Realizar ensayos de verificación cada 200 m³ de lechada.

2.6 EJECUCIÓN

Se utilizará únicamente los procedimientos que hayan sido aprobados por el Supervisor de obra.

2.6.1 EQUIPOS

- 1) El Concesionario deberá utilizar para las mezclas e inyección de lechada únicamente equipos con la capacidad adecuada para elaborar las mezclas y agitar la lechada correctamente, introduciéndola en los huecos entre el revestimiento y el suelo con un caudal continuo y utilizando las presiones requeridas y a una velocidad acorde con el avance del equipo de tuneo.
- 2) El equipo de inyección incluirá un dispositivo de medición volumétrica exacta, con lectura en metros cúbicos hasta 1/10 de metro cúbico, para la medición de la cantidad de lechada inyectada.



3) La tuneladora deberá estar provista de tubos de inyección y tubos para aditivos que podrán ser agregados a la mezcla antes de la colocación final. Las conexiones de estos tubos se deberán ubicar lo más cerca posible del lugar en donde se verterá la lechada final desde el sistema de inyección del túnel, juntamente con los dispositivos de control e indicadores que permitan el monitoreo del caudal, presión y aditivos.

4) El Concesionario suministrará válvulas de cierre adecuadas en cada punto de admisión de lechada para mantener la presión en la zona hasta que se complete el proceso de inyección. Se suministrará un set de válvulas de desviación con la presión adecuada, con un sistema de limitación de presión de inyección.

5) El Concesionario deberá mantener los equipos de inyección en buenas condiciones mientras se realicen los trabajos a fin de asegurar la continuidad y eficiencia del funcionamiento.

2.6.2 MEZCLA DE LECHADA

Se establecerá la mezcla de lechada mediante ensayos de prueba cuyos resultados se presentarán al Supervisor de Obra a fin de demostrar que la mezcla satisface los requerimientos de esta especificación.

2.6.3 INYECCIÓN

Se inyectará la lechada de modo tal que el espacio anular entre el revestimiento del túnel y el perfil de excavación se llene completamente a medida que se produce el avance de la tuneladora, manteniendo la presión de la lechada hasta que se produzca el fraguado de la misma.

2.6.4 PRUEBA DE LECHADA

1) Cada 400 m se harán cuatro perforaciones de control de la inyección del espacio anular en anillos continuos sobre la clave del túnel. El diámetro, la implantación y el método de sellado de las perforaciones serán sometidos previamente a la aprobación del Supervisor de Obra.

2) En caso de comprobarse la presencia de huecos, el Concesionario realizará las pruebas que resulten necesarias según los procedimientos aprobados y siguiendo las indicaciones del Supervisor de Obra a fin de verificar la necesidad de reinyección de los rellenos del espacio anular, lo que deberá ejecutar el Concesionario a su cargo y cuenta.

2.6.5 REGISTROS

El Concesionario deberá mantener registros completos de la lechada y remitir una copia al Supervisor de Obra sistemáticamente.

3 FALLA DEL OBJETIVO DE ESTANQUEIDAD:

Cuando se presenten problemas de estanqueidad, presentar un diagnóstico de las causas de los mismos



- Presentar la descripción del método a utilizar para subsanar los problemas de estanqueidad.
- Presentar información de los fabricantes sobre todos los materiales patentados propuestos para su uso.

Por ejemplo se llevará adelante la operación de calafateo, de acuerdo con el método propuesto, con:

- 1) Inyecciones complementarias alrededor del túnel,
- 2) Inyecciones complementarias entre los elementos premoldeados del revestimiento, o
- 3) En forma alternativa, otro método que presente el Concesionario y sea aprobado por el Supervisor de Obra.

071



ANEXO 06 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
6.33 Protección y Reubicación de los Servicios Públicos



ÍNDICE

1	GENERALIDADES	3
1.1	ALCANCE	3
1.2	REFERENCIAS	3
2	MATERIALES	3
2.1	RELLENOS	3
2.2	HORMIGÓN.....	3
2.3	ACERO PARA ESTRUCTURAS	3
3	EJECUCIÓN	4
3.1	UBICACIÓN E IDENTIFICACIÓN.....	4
3.2	PROTECCIÓN Y MONITOREO	5
3.3	CABLES DE ENERGÍA O DE COMUNICACIONES.....	6
3.4	REPARACIÓN Y REHABILITACIÓN	7
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS	8



1 GENERALIDADES

1.1 ALCANCE

La presente Especificación Técnica tiene por objetivo establecer los requerimientos para los trabajos y la gestión de la protección, ubicación, reubicación y restitución temporal o permanente de las instalaciones de los servicios públicos que se encuentren en conflicto o afectadas por la construcción e instalación del Proyecto.

Dichos trabajos incluirán la construcción de nuevas instalaciones para el suministro de los servicios públicos, la protección y el resguardo de las instalaciones existentes o la reubicación y/o restitución de aquellas que, por su naturaleza, tengan que ser retiradas durante la construcción del Proyecto. Adicionalmente dichos trabajos abarcan las instalaciones de suministro de servicios públicos subterráneas, aéreas, a nivel de calle y/o banquetas. Para tal fin, el Concesionario podrá emplear sus propios recursos y/o subcontratar a empresas locales y/o solicitar al Concedente pueda interceder y llegar a acuerdos con las personas debidamente autorizadas para prestar dichos servicios públicos, a fin de que sean éstas las que se encarguen de ejecutar los trabajos requeridos.

1.2 REFERENCIAS

El Concesionario deberá ejecutar los trabajos de manera que se cumpla con lo dispuesto por la ley peruana, con las presentes Especificaciones Técnicas, y en el marco establecido por las Directivas, los Reglamentos y los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) que el Concesionario declara y manifiesta conocer a cabalidad.

En particular, los requerimientos para el control de calidad deben cumplir con el marco establecido por el siguiente manual para carreteras, que contiene mayor detalle para la presente Especificación Técnica para este proyecto específico:

Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013) RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013).

Además, el Concesionario deberá observar y aplicar la normatividad aplicable a las entidades autorizadas para la prestación de los servicios públicos cuyas estructuras se vean afectadas por la construcción del Proyecto, así como las normas relacionadas con los requisitos de construcción en los municipios correspondientes.

2 MATERIALES

2.1 RELLENOS

De acuerdo con la ET 17 Rellenos y Excavaciones a cielo abierto.

HORMIGÓN

De acuerdo con la ET 26 Hormigón.

2.2 ACERO PARA ESTRUCTURAS

De acuerdo con la ET 29 Estructuras Metálicas



3 EJECUCIÓN

3.1 UBICACIÓN E IDENTIFICACIÓN

- 1) Es responsabilidad del Concesionario examinar y verificar toda la información suministrada por el Concedente en el proyecto referencial con respecto a las instalaciones para el suministro de los servicios públicos que se encuentren o se puedan encontrar en conflicto con, o afectadas por, la construcción e instalación del Proyecto.
- 2) Es responsabilidad del Concesionario ubicar, identificar y marcar de manera aceptada por el Supervisor de Obra los servicios que sean necesarios proteger, y reubicar aquellos que pudieran interferir o resultar afectados por las operaciones de construcción. Además, deberá preparar y presentar esta información previamente para aprobación del Supervisor de Obra.
- 3) El Concedente no será responsable cuando la información sobre las instalaciones de servicios públicos sea incorrecta o incompleta, ya sea en la superficie o bajo tierra. No se aceptarán reclamos del Concesionario por este concepto.
- 4) El Concesionario será responsable de la planificación, diseño, ejecución, supervisión y entrega de cualquier trabajo que involucre la protección, reubicación y restitución de instalaciones para el suministro de los servicios públicos que pudiesen ser afectados por la construcción y/o la explotación comercial del Proyecto.
- 5) El Concesionario examinará cuidadosamente la ubicación de los trabajos y llevará a cabo una investigación especial sobre las compañías que poseen, controlan u operan cualquier otra clase de estructuras y/o servicios en el área de influencia del proyecto. Deberá determinar el carácter, las dimensiones y ubicación de dichas instalaciones, cañerías, conductos u otras estructuras que pudieran resultar afectadas durante la construcción de la Obra.
- 6) Antes de comenzar los trabajos de Obra, el Concesionario tendrá la responsabilidad de coordinar, colaborar y gestionar la aceptación de los trabajos con las autoridades de las empresas suministradoras de los servicios públicos acerca de la existencia de la Obra, informando sobre las líneas o instalaciones de agua, gas, alcantarillado, energía eléctrica u otros servicios que pudieran resultar afectadas por las actividades del Concesionario. Para tal efecto, el Concesionario deberá suscribir acuerdos de trabajo con dichas empresas, documentando dichos acuerdos por escrito y de conformidad con la legislación y regulación vigente.
- 7) El Concesionario deberá ponerse en contacto con las autoridades municipales y Compañías de servicios públicos a fin de determinar las ubicaciones actuales de todas las líneas de servicios subterráneas y aéreas antes de comenzar los trabajos. Deberá retirar a su costo todas las líneas subterráneas y aéreas que se encuentren fuera de servicio dentro de la zona de la Obra y que hayan sido abandonadas por la Compañía a la cual pertenecen, siempre con las debidas autorizaciones de dicha Compañía.
- 8) El Concesionario es responsable de la coordinación con las empresas suministradoras de los servicios públicos y con la población a ser afectada, de la desconexión de los servicios públicos, las cuales deberán ser programadas de antemano y debidamente comunicadas



al Concedente, las mismas que deberán realizarse durante el menor tiempo posible y en cumplimiento de las normas legales aplicables.

- 9) El Concesionario deberá presentar al Supervisor de Obra, a partir de la suscripción del Contrato de Concesión, en un tiempo razonable y de acuerdo con el calendario de ejecución de Obras del Proyecto, copias de los contratos correspondientes a la reubicación de las infraestructuras de los servicios públicos que se vean afectados por la construcción y explotación comercial del Proyecto con las empresas subcontratistas que efectuarán dichas actividades por cuenta del Concesionario.
- 10) Para efectos de control y monitoreo del Proyecto, el Concesionario presentará como parte de su propuesta técnica, una lista detallada de los servicios públicos que están incluidos en su propuesta por tipo, ubicación y naturaleza de los trabajos a ser realizados.

3.2 PROTECCIÓN Y MONITOREO

- 1) Una vez realizada la identificación de las estructuras, servicios e infraestructuras públicas existentes en las zonas aledañas a las obras y finalizadas las discusiones con los propietarios y/o concesionarios de los mismos, el Concesionario, con la aprobación del Supervisor de Obra, deberá implementar un plan de protección de esos servicios a fin de minimizar los daños que pudieran sufrir los mismos, permitiendo además su reparación en caso de ser necesario. Este plan deberá ser presentado al Supervisor de Obra como mínimo treinta (30) días antes de que el Concesionario comience su actividad en el área del servicio en cuestión.
- 2) El Concesionario se responsabilizará por los trabajos de protección de todos los servicios.
- 3) Será responsabilidad del Concesionario conducir una inspección previa a la construcción, conjuntamente con el Supervisor de Obra y los representantes de los propietarios de los servicios.
- 4) La inspección previa a la construcción concluirá con la elaboración de un informe que contendrá videos, fotografías, dibujos e inspecciones en el sitio suficientes para determinar la ubicación y condición del servicio antes de comenzar la construcción y las tareas de excavación.
- 5) El Concesionario proporcionará al Supervisor de Obra y a los propietarios y/o concesionarios de los servicios copias del informe correspondiente a la inspección previa a la construcción.
- 6) A menos que se indique lo contrario, la protección de los servicios consiste en la inspección previa a la construcción, el monitoreo subsiguiente de los servicios durante la construcción y la inspección post-construcción, de acuerdo con el Supervisor de Obra y el propietario o concesionario del servicio.
- 7) Se deberá realizar el monitoreo de los servicios, informando diariamente por escrito al Supervisor de Obra, hasta el momento en que éste considere que los datos resultan redundantes.



8) El Concesionario deberá coordinar sus actividades de construcción y protección con los propietarios o concesionarios de los servicios a fin de permitir la instalación de sistemas adecuados de monitoreo y protección.

9) El Concesionario será responsable de asegurar que todos los servicios se mantengan mientras se produzcan las tareas de construcción, a menos que el propietario o concesionario del servicio indique lo contrario al Supervisor de Obra por escrito.

10) El Concesionario será responsable de la protección y mantenimiento de sus propios servicios durante la construcción.

3.3 REUBICACION DE SERVICIOS

1) Las instalaciones correspondientes a servicios públicos podrán ser reubicadas dentro del área de trabajo mientras se construye la Obra. Se deberá cooperar con las empresas a cargo de los mismos para asegurar que las demoras sean mínimas.

2) El Concesionario deberá obtener de la Empresa titular del servicio la aprobación de los trabajos de reubicación de la red afectada, la que deberá presentar posteriormente al Supervisor de Obra antes de iniciar los trabajos.

3) El Concedente no aceptará reclamos del Concesionario por los inconvenientes o demoras que se produzcan como consecuencia de la reubicación de las instalaciones de servicios públicos.

4) El Concesionario se responsabilizará directamente por los daños ocasionados a los equipos, estructuras o servicios públicos o por los reclamos que se reciban debido a la interrupción de estos últimos.

5) El Concedente no será responsable ni asumirá ningún costo adicional por los trabajos vinculados con el traslado, reubicación, desviación, remoción, reposición o modificación de los servicios públicos.

3.3 CABLES DE ENERGÍA O DE COMUNICACIONES

1) Cuando se trate de cables subterráneos, se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos específicos o los que requieran las normas y reglamentaciones de la empresa prestadora del servicio, debiendo adoptarse los que sean más exigentes:

a) Antes de que el Concesionario proceda a movilizar los equipos hasta la zona, procederá a estaquear el punto en donde se encuentre el cable, utilizando indicadores y/o pintura fluorescente.

b) El Concesionario y el Supervisor de Obra deberán realizar una inspección conjunta para confirmar que el cable ha sido señalado.

c) El Concesionario no deberá trabajar con equipos pesados ni hacer excavaciones mecánicas a una distancia menor de 1 metro desde el lugar en donde se encuentra el cable hasta que se hayan tomado los recaudos necesarios para proceder a la protección del mismo.

d) Deberá asegurarse que todas las excavaciones que se hagan más allá de la distancia de 1 metro recomendada se realice cuidadosamente, con herramientas manuales aislantes y en



presencia del supervisor o del personal de mantenimiento del Ente propietario de los cables en cuestión.

e) Cuando resulte necesario pasar sobre los cables con equipos pesados, se los deberá proteger enterrándolos a una profundidad de 1 metro o más, según las condiciones del suelo y la aprobación del Supervisor de Obra. El material de relleno utilizado para cubrir los cables deberá estar aprobado. Será cubierto por una manta geotextil pesada, sobre la cual se colocará una capa de grava seleccionada. Una vez finalizada la tarea, se deberá reparar la zona.

2) Se deberá informar inmediatamente al Supervisor de Obra acerca de cualquier daño que se produzca a los cables. No se deberá intentar reparar los cables dañados.

3) Se deberá suministrar y mantener la protección requerida en todos los cables de energía o de comunicaciones dentro de la zona de Obra.

4) El Concesionario se hará cargo de todas las multas y los gastos de reparación de los cables y demás gastos resultantes del lucro cesante incurrido por la Compañía de servicios públicos que pudieran acontecer como resultado del daño ocasionado a los cables o demás instalaciones a consecuencia de las tareas de construcción.

3.4 REPARACIÓN Y REHABILITACIÓN

1) Una vez finalizadas las tareas de las obras en la zona aledaña a algún servicio y cuando lo disponga el Supervisor de Obra, se deberá realizar una inspección para verificar en qué condiciones se encuentran los mismos. Se evaluarán los daños que se hubieran producido a los servicios y caminos y se procederá a repararlos según la decisión que tome el Supervisor de Obra, juntamente con el propietario del servicio. Será responsabilidad del Concesionario llevar a cabo las tareas de reparación para rehabilitar el servicio dejándolo en las mismas condiciones en que se encontraba antes de la construcción y a satisfacción del Supervisor de Obra y del propietario o concesionario del servicio en cuestión.

2) Si el servicio se dañara durante la construcción, este hecho será suficiente para garantizar la acción inmediata. En tal caso, el Concesionario tomará las medidas necesarias para proceder a reparar y rehabilitar el servicio, adoptando además los medios de seguridad y protección en el futuro.

3) Las rehabilitaciones y reparaciones de todos los servicios se deberán realizar de manera tal que aseguren que los mismos vuelvan a encontrarse en las mismas condiciones en que estaban antes de comenzar la construcción y a satisfacción del propietario o concesionario del servicio.

4) El Concesionario deberá entregar los trabajos inherentes a cada obra a satisfacción, cumpliendo con todos los parámetros de calidad, en base a las especificaciones técnicas, catálogos y planos de cada servicio afectado cumpliendo con todas las normas aplicables y los acuerdos con las empresas suministradoras de los servicios públicos.

5) El Concesionario deberá contar con los recursos técnicos y administrativos calificados suficientes y aptos para llevar a cabo las obras correspondientes a esta especialidad, de igual manera deberá contar con los recursos materiales, de mano de obra y de maquinaria,



equipos y herramientas en tipo, cantidad y capacidades necesarias para cumplir con los requerimientos de cada proyecto dentro de los parámetros de tiempo, costo y calidad que a tal efecto se acuerden con el Supervisor de Obra.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELACIONADAS

La presente Especificación Técnica está integrada por todas las Especificaciones Técnicas que comprenden a este pliego. Sin ser un listado taxativo, se refieren las siguientes especificaciones que tienen relación directa con la presente: ET 01 "Especificaciones técnicas prestacionales", ET 02 "Estudios definitivos - contenidos mínimos y plazos de entrega", ET 10 "Demoliciones", ET 06 "Higiene y seguridad en el trabajo", ET 11 "Limpieza y preparación del Terreno", ET 08 "Servicios Topográficos a realizar por el Concesionario", ET 17 "Excavaciones y rellenos a cielo abierto", ET 24 "Armaduras para Hormigón", ET 26 "Hormigón", ET 30 "Construcción y revestimiento de túneles excavados con TBM".



ANEXO 7- NIVELES DE SERVICIO



Índice

ANEXO 7: NIVELES DE SERVICIO	3
1. INTRODUCCIÓN	3
2. SECCIÓN 1: PRESTACIÓN DEL SERVICIO	3
3. SECCIÓN 2: CONSERVACIÓN	21
ANEXO 7 - APÉNDICE 1: CRITERIOS PARA LA LIMPIEZA DE LAS INSTALACIONES FERROVIARIAS Y NO FERROVIARIAS	27
ANEXO 7 - APÉNDICE 2: CRITERIOS PARA LA LIMPIEZA DEL MATERIAL RODANTE	28
ANEXO 7 - APÉNDICE 3: PLAN DE PRESTACION DEL SERVICIO REFERENCIAL	29



ANEXO 7: NIVELES DE SERVICIO

1. INTRODUCCIÓN

El presente Anexo tiene por objetivo establecer los Niveles de Servicio mínimos de operación y conservación, así como los índices y procedimientos de supervisión de la prestación del Servicio brindado por parte del CONCESIONARIO y describir los incentivos y penalizaciones asociadas a la prestación del servicio regulados a partir de la Toma de Posesión y durante todo el Plazo de la Concesión.

Este apartado tiene como finalidad asegurar la calidad, seguridad, confiabilidad, regularidad, capacidad y confort del servicio de transporte ofrecido y evitar riesgos que puedan afectar a las personas, sean estos usuarios o terceros, a los Bienes de la Concesión, así como a los bienes y propiedades de terceros.

El cumplimiento de los Niveles de Servicio descritos en el presente Anexo y en las Especificaciones Técnicas Básicas tienen carácter obligatorio y por lo tanto EL CONCESIONARIO es responsable del buen diseño de las Obras, la selección, los planes, los protocolos de pruebas, la verificación, la validación e integración de cada uno de los componentes, subsistemas y sistemas que forman parte del sistema integral ferroviario que se caracteriza por una operación subterránea, completamente automatizada sin conductor, intensiva, con una frecuencia de diseño de 80 segundos. Complementariamente, en el Estudio Definitivo de Ingeniería de las Obras y del Material Rodante, El CONCESIONARIO deberá realizar un análisis de riesgos en todos los componentes, subsistemas y sistemas vitales con el fin de identificar los riesgos que puedan surgir durante la explotación en conformidad con la norma EN 50126.

Dado que la implementación del Proyecto contempla la apertura del servicio por etapas, EL CONCESIONARIO se asegurará que la gestión de la seguridad y de los procesos de pruebas no perturben la operación automática del (de los) tramo (s) abiertos al público.

2. SECCIÓN 1: PRESTACIÓN DEL SERVICIO

2.1. PRINCIPIOS GENERALES

2.1.1. La prestación del servicio deberá llevarse a cabo en las condiciones que permitan dar un servicio de calidad a los usuarios, garantizando las máximas prestaciones en cuanto a la seguridad de las personas y de los Bienes de la Concesión.

2.1.2. La prestación del servicio deberá realizarse respetando los estándares internacionales de operación, seguridad y calidad que regulan la explotación de un metro pesado subterráneo equipado con tecnología CBTC (Communication Based Train Control), con un Grado de Automatización GoA4, cuyas prestaciones son detalladas en las Especificaciones Técnicas Básicas contenidas en el Anexo N° 6. Los estándares de operación, seguridad y calidad deberán presentarse al Regulador y CONCEDENTE para su aprobación treinta (30) días antes de la presentación del Plan de Prestación del Servicio.

2.1.3. La prestación del servicio deberá apuntar a aumentar el grado de satisfacción de los usuarios, estableciendo los canales de comunicación que permitan conocer las expectativas de los usuarios con relación al servicio prestado así como medir periódicamente la percepción que tienen estos sobre dicho servicio. Asimismo



apunta a conseguir el mejor rendimiento del sistema ferroviario en cuanto a su desempeño y costos de explotación.

- 2.1.4. El CONCESIONARIO deberá cumplir todas las disposiciones relacionadas con la prestación del servicio que se establecen en los reglamentos y Leyes Aplicables. En caso que una disposición contenida en los reglamentos o Leyes y Disposiciones Aplicables tenga una obligación referida a seguridad más exigente que alguna de las previstas a continuación, prevalecerá lo establecido en los reglamentos o Leyes Aplicables.

2.2. NIVELES DE PRESTACION DEL SERVICIO

- 2.2.1. Los parámetros mínimos que deberán cumplirse durante la etapa de prestación del servicio se denominan "Niveles de Prestación del Servicio", los cuales se establecerán en cumplimiento de las Especificaciones Técnicas Básicas de operación, seguridad y calidad contenidas en el Anexo N° 6 y las propuestas por el CONCESIONARIO en su oferta, mediante el Plan de Prestación de Servicio, el cual contemplará todos los parámetros y elementos generales relacionados a la operación a ser aplicados a lo largo de toda la Concesión.
- 2.2.2. El Plan de Prestación del Servicio propuesto por EL CONCESIONARIO, deberá ser entregado al CONCEDENTE y al Regulador para su aprobación, a más tardar noventa (90) días calendario antes del Inicio de las Pruebas de Puesta en Marcha de la Primera Etapa y deberá contener dentro de sus alcances, un Plan de Gestión de la Calidad del Servicio, el cual permitirá establecer las estrategias del CONCESIONARIO para mantener y mejorar de manera continua el servicio acorde a las expectativas de los usuarios, valorar objetivamente la prestación del servicio por medio de indicadores y establecer las mejoras y ajustes necesarios al servicio que permitan un alto grado de fidelización de los usuarios.
- 2.2.3. Es obligación del CONCESIONARIO programar y ejecutar oportunamente las tareas vinculadas a la prestación del servicio, durante todo el plazo de la concesión, de tal manera que los niveles de prestación del servicio sean los establecidos en el Contrato.
- 2.2.4. El CONCESIONARIO deberá elaborar un plan de prestación del servicio (el "Plan de Prestación del Servicio Referencial") que comprende todas las actividades requeridas para la correcta ejecución del servicio considerando los parámetros establecidos en el Apéndice 3 del Anexo N°7 y teniendo en cuenta que el Proyecto se implementará por etapas.
- 2.2.5. El CONCESIONARIO dispondrá en todo momento de la estructura, organización y recursos (físicos, técnicos y administrativos) que le permitan programar y ejecutar a lo largo del plazo de la concesión las tareas relacionadas con la prestación del servicio. Esta obligación se extiende desde la Fecha de Cierre del Proyecto, desde la cual el CONCESIONARIO asignará el personal clave y que conjuntamente con el Asesor Técnico en Operación coadyuvarán en el diseño de las Obras para alcanzar los Niveles de Servicio establecidos en el presente Anexo. En cuanto a los recursos humanos, EL CONCESIONARIO se asegurará que estos se encuentren disponibles en cantidades suficientes, debidamente contratados y capacitados en las tareas de su especialidad, por lo menos treinta (30) días antes de las Pruebas de Puesta en Marcha de la Primera Etapa del sistema.



- 2.2.6. El CONCESIONARIO deberá realizar el control de calidad del servicio ofertado desde el inicio de la explotación y obtener a más tardar en el tercer año contando a partir de la fecha de aceptación de las Obras, la certificación de cumplimiento de la norma ISO 9001 para las actividades de operación y mantenimiento, expedida por una entidad debidamente autorizada para el efecto.

El CONCESIONARIO deberá elaborar diariamente un reporte con la información operativa y de demanda correspondiente al día anterior donde se registre el movimiento de los trenes estación por estación (trenes programados, trenes efectivamente corridos y trenes cancelados), el número de pasajeros transportados por hora por dirección y por estación, los kilómetros-tren realizados conteniendo además una descripción breve de los problemas operacionales y de seguridad que produjeron atrasos mayores o iguales a 3 minutos en el sistema y por cada subsistema (material rodante, señalización, telecomunicaciones, vía férrea, etc.) y componentes (pantógrafos, bogies, cajas, subestaciones, enclavamientos, torniquetes, etc.) y los niveles de servicio alcanzados. Este reporte deberá ser automatizado vía software, ligado al puesto central de operaciones (PCO) y deberá ser remitido diariamente vía electrónica antes de las 12:00 a.m. al Regulador. Excepcionalmente, el Regulador podrá solicitar al CONCESIONARIO reportes adicionales que deberán ser atendidos en el día solicitado.

EL CONCESIONARIO deberá llevar una estadística y trazabilidad de aquellos problemas operacionales y de seguridad que generaron atrasos menores a 3 minutos y las medidas correctivas implementadas, los cuales serán informados oficialmente al REGULADOR en los informes mensuales correspondientes.

El CONCESIONARIO podrá proponer un método más eficiente de entrega de la información mencionada en el párrafo anterior, dicho método deberá ser aprobado por el CONCEDENTE y con la opinión del Regulador.

- 2.2.7. El CONCESIONARIO deberá elaborar un informe mensual de actividades relacionadas con la prestación del servicio, que será entregado al Regulador dentro de los primeros siete (07) días calendario de cada mes, el mismo que contendrá como mínimo: km recorridos (comerciales y operativos), indicadores de niveles de servicio (índice de disponibilidad del servicio, índice de disponibilidad de principales sistemas y subsistemas ferroviarios y no ferroviarios, índice de regularidad, índice de calidad de las estaciones, índice de calidad del Material Rodante, índices de seguridad, índice de satisfacción del usuario, índice de fraude), estadística de problemas operacionales y de seguridad, consumo energético de tracción, estaciones e instalaciones, productividad laboral y la incidencia de todas las averías producidas en el Material Rodante, Equipamientos, u otras instalaciones. El contenido detallado del informe mensual de actividades estará contemplado en el Plan de Prestación de Servicio que será aprobado por EL CONCEDENTE con opinión del Regulador.

- 2.2.8. La oficina de atención al usuario deberá clasificar y analizar cada reclamo, pedido o sugerencia y luego, si el caso lo amerita, en un plazo no mayor de treinta (30) días calendario emitirá la resolución de los mismos. El CONCESIONARIO deberá comunicar al Regulador los reclamos, pedidos o sugerencias recibidas con su respectiva resolución dentro de los plazos que se indican en el Reglamento General para la Solución de Reclamos y Controversias vigente a la fecha o norma posterior que lo modifique.



- 2.2.9. El Regulador inspeccionará, supervisará y controlará el cumplimiento de los Niveles de Servicio del CONCESIONARIO, con el fin de detectar oportunamente las desviaciones y exigir que se corrijan las deficiencias encontradas.
- 2.2.10. El CONCESIONARIO deberá operar kilómetros tren recorridos (KTR) bajo la solicitud del CONCEDENTE. Los KTR corresponderán a un aumento de la producción de kilómetros recorridos debido a una extensión del horario de operación, o bien a un incremento de los niveles de demanda o por una reducción en los intervalos de paso sujeto a que exista Material Rodante disponible para cumplir estos servicios.
- 2.2.11. La velocidad comercial no deberá ser inferior a 35 km/h la cual independientemente de las características prestacionales de los trenes y de diseño del trazado, incluye el tiempo de trayecto del tren en un sentido determinado, los tiempos de parada en las estaciones y los tiempos de inversión de los trenes en las estaciones terminales
- 2.2.12. A partir del inicio de la Explotación, EL CONCESIONARIO deberá realizar la prestación efectiva del servicio, todos los días, de 6:00 horas a 23:00 horas, respetando el modelo operacional y las frecuencias en horas punta y horas valle descritas en el Apéndice 3 del Anexo 7. Se entiende como prestación efectiva del servicio a la programación de los trenes puestos a disposición de los usuarios, donde el (los) primer (os) tren (es) se inicia (n) en las estaciones terminales a las 06:00 horas y el (los) último (s) tren (es) sale (n) de las estaciones a las 23:00 horas.
- 2.2.13. El CONCESIONARIO deberá prestar el servicio sin presentar suspensiones en la prestación del mismo. En caso de presentarse una suspensión de la prestación del servicio, el CONCESIONARIO tiene la obligación de justificar en forma detallada por escrito cada una de las suspensiones, sean estas parciales o totales. Esta justificación deberá presentarla al Regulador en el plazo máximo de diez (10) días calendarios posteriores al momento en que ocurran.
- 2.2.14. El CONCESIONARIO deberá prestar el servicio de regularidad y continuidad, cumpliendo fielmente lo indicado en su itinerario de trenes y en correspondencia con las prácticas operacionales y de seguridad descritas en su R.O.I.
- 2.2.15. En ningún caso EL CONCESIONARIO podrá exceder los parámetros límites en materia de ruido especificados en el Anexo N° 6 – ET01 – Especificaciones Técnicas Prestacionales en la infraestructura, instalaciones y Material Rodante en concordancia con la normatividad nacional e internacional vigente.

Atención al usuario

- 2.2.16. El CONCESIONARIO deberá implementar como mínimo un centro de información y atención al usuario además de los respectivos buzones para reclamos y sugerencias en todas las estaciones de mayor demanda del sistema, cuya correspondencia será remitida diariamente a la oficina de atención al usuario. Asimismo, EL CONCESIONARIO implementará en todas las estaciones el Libro de Reclamaciones de acuerdo al D.S. 11-2011-PCM, el mismo que además deberá ser implementado en su página web y coordinado con el Regulador.
- 2.2.17. Para la asistencia directa al usuario en cuanto a orientación sobre el servicio, emisión de tarjetas, recargas, recaudación del pasaje por medio de las máquinas expendedoras o de recarga o las boleterías y la administración de los pases libres, el



CONCESIONARIO deberá asignar el personal y el equipamiento necesario en cada estación.

- 2.2.18. Adicionalmente a la implementación de un sitio web por parte del CONCESIONARIO como máximo quince (15) días calendario después de la suscripción del Contrato de Concesión donde informará a la población las actividades del desarrollo del Proyecto, éste deberá elaborar y publicar en internet, un sitio web que contenga como mínimo información actualizada sobre las características del sistema ferroviario, las características de la prestación del servicio, horarios, promociones, medidas de seguridad y boletines informativos.
- 2.2.19. El CONCESIONARIO deberá tener una oficina de atención al Usuario para centralizar los reclamos y sugerencias que estos hayan depositado en los buzones y libros de reclamaciones respectivos de cada estación, los hayan enviado a través del sitio web del CONCESIONARIO o los que hicieren llegar directamente a dicha oficina. Esta oficina estará integrada con los centros de información y atención al usuario y se encargará también de recibir los pedidos de búsqueda de objetos perdidos por los Usuarios en las estaciones o coches y administrar los objetos hallados en las instalaciones o entregados por los Usuarios. Para tal efecto, el CONCESIONARIO se encuentra obligado a difundir, mediante aviso u otro medio que considere pertinente a los Usuarios, el plazo de permanencia o custodia de los referidos objetos.
- 2.2.20. El CONCESIONARIO deberá también disponer de un teléfono público de información y atención al Usuario que permita ofrecer información de los servicios, horarios y tarifas a los usuarios. El tiempo de espera de llamada deberá ser inferior a 2 minutos.
- 2.2.21. El CONCESIONARIO deberá emitir y difundir guías y/o boletines informativos para los Usuarios por lo menos cada semestre, donde se consignará la información de interés sobre la prestación del Servicio y las medidas de seguridad a ser adoptadas por los Usuarios en diferentes casos.
- 2.2.22. El CONCESIONARIO deberá realizar dos encuestas por año para determinar el índice de satisfacción del Usuario. Para determinar el Índice de Satisfacción de los Usuarios, se definirá un tamaño muestral que sea robusta y estadísticamente representativo. El diseño de la encuesta y los atributos (variables a medir) son definidos en el apartado 1.4.4 del presente Anexo y deberá ser aprobado por el Regulador. Los resultados de dicha encuesta serán entregadas al Regulador en un plazo no mayor de treinta (30) Días Calendario de haber efectuado la encuesta junto con un plan de actuaciones de mejora de la calidad.
- 2.2.23. Como mínimo las encuestas deberán contemplar las siguientes variables o aspectos del servicio: frecuencia de servicios, tiempo de viaje, puntualidad, limpieza de coches y estaciones, información por demoras, trato del personal, iluminación de coches y andenes, estado general de coches y estaciones, espera en boleterías, comodidad del viaje, interrupciones, etc., seguridad por accidentes, seguridad frente a delitos.

Señalización e Información al Usuario

- 2.2.24. EL CONCESIONARIO implementará un sistema de información al usuario en caso de operaciones en modo degradado y de emergencia que deberá comprender; el tiempo que tarda en llegar la información sobre el incidente al usuario, el tiempo en que el usuarios es notificado de la razón del incidente incluyendo las medidas que serán



tomadas y el tiempo en que las incidencias serán resueltas. La propuesta de estos tiempos deberá ser considerada en la propuesta técnica del CONCESIONARIO y será supervisada por el Regulador.

- 2.2.25. El CONCESIONARIO deberá llevar a cabo el diseño, producción, instalación y mantenimiento de la señalización (señales, avisos, carteles, etc.) al usuario indicando los nombres de las estaciones, pasos de entrada y salida, indicaciones sobre accesos (ascensores, escaleras mecánicas), zonas de billetajes y validación y salidas a calles, plazas u otras vías.
- 2.2.26. El material de señalización deberá diseñarse para asegurar las correctas indicaciones a los usuarios y deberán instalarse en un plazo no inferior a 6 meses de la Fecha de Cierre.
- 2.2.27. En caso de actividades de mantenimiento y reparaciones en el sistema durante el horario de prestación del servicio, el CONCESIONARIO deberá proveer e instalar la señalización provisional de emergencia indicando los pasos seguros y las zonas de peligro antes de iniciar las actividades.
- 2.2.28. El CONCESIONARIO deberá mantener y explotar el sistema de megafonía provisto y actualizarlo cada vez que sea necesario, con el objetivo de informar a los usuarios de la llegada y salida de trenes y avisos sobre los servicios.
- 2.2.29. A su vez el CONCESIONARIO es responsable de la instalación de un sistema de paneles (televisores y/o LEDs) y relojería digital que permita informar en todo momento al usuario de la entrada y salida de trenes, así como de la explotación del servicio (interrupciones, retrasos, cambios de servicio, etc.)
- 2.2.30. Para ello el CONCESIONARIO deberá disponer de un sistema de control para la correcta actualización de la información mostrada en los paneles.

Seguridad en la Prestación del Servicio

- 2.2.31. El CONCESIONARIO deberá adoptar un método estructurado y sistemático que garantice que las condiciones potencialmente inseguras sean identificadas antes que se manifiesten.
- 2.2.32. Todos los procedimientos de seguridad de la Explotación, deberán configurarse con el objeto de garantizar la seguridad de los pasajeros, el personal, el público en general (Usuarios y no usuarios), el material rodante, las instalaciones y los Bienes de la Concesión.
- 2.2.33. Siempre que ocurra cualquier situación peligrosa, cualquiera sea su causa, y ésta dé lugar a un conflicto entre la seguridad humana y la de los equipos o instalaciones, deberá primar la seguridad humana.
- 2.2.34. El CONCESIONARIO es responsable de la dirección y realización de todas las operaciones de evacuación de pasajeros y atenderá cualquier situación de emergencia.
- 2.2.35. El CONCESIONARIO está obligado a prestar seguridad (privada o policial) al Usuario en el interior y exterior de las estaciones y en las pasarelas de acceso a las mismas, así como en el interior de los trenes.



- 2.2.36. Para tal fin, El CONCESIONARIO deberá proveer a su costo, además de sistemas electrónicos de video vigilancia en las áreas más vulnerables y de gran afluencia de pasajeros, un equipo de vigilantes en cantidades y capacidades suficientes que actuarán en las estaciones, trenes y demás dependencias con el objeto de contribuir a la seguridad de los pasajeros y empleados dentro de los límites de la concesión y de la custodia de los Bienes de la Concesión.
- 2.2.37. El CONCESIONARIO deberá implementar, a su costo, un puesto central de vigilancia que deberá funcionar permanentemente y a través del cual se podrá comunicar con los vigilantes e impartir órdenes e instrucciones a dicho personal y de ser el caso, solicitar la presencia de la Policía Nacional.
- 2.2.38. En cada estación, el CONCESIONARIO deberá disponer de vigilancia durante las 24 horas del día. En caso que los problemas de seguridad justificaran la ampliación del número de vigilantes, el CONCESIONARIO podrá modificar la distribución de los vigilantes en base a la situación de la seguridad. El CONCESIONARIO deberá informar al Regulador las medidas adoptadas para solucionar los problemas de seguridad en un plazo no mayor de cinco (05) Días.
- 2.2.39. El CONCESIONARIO será el único responsable de la recaudación, movimiento, contabilización, y traslado del dinero recaudado, así como de la custodia del mismo.
- 2.2.40. Es obligación de El CONCESIONARIO establecer los mecanismos y disponer los recursos humanos y materiales para evitar la evasión del pago por parte de los pasajeros y los fraudes y evasiones tarifarias en el sistema de venta y control y recaudación de pasajes.
- 2.2.41. El CONCEDENTE deberá brindar el apoyo necesario para que las coordinaciones con la Policía Nacional permitan brindar apoyo al CONCESIONARIO a la brevedad. Asimismo deberá coordinar con los municipios ubicados en el área de influencia de cada estación, las acciones que permitan integrar esfuerzos en la prevención y lucha contra actos vandálicos que pudieran producirse en el sistema en cualquier momento del día.
- 2.2.42. El CONCESIONARIO deberá cumplir fielmente lo normado en su R.O.I., en lo referente a la seguridad de la operación y de los Usuarios, el que deberá ser presentado en un plazo no menor de noventa (90) días calendario antes del inicio de las Pruebas de Puesta en Marcha de la Primera Etapa del sistema.
- 2.2.43. El CONCESIONARIO deberá contar con un Plan de Seguridad de Bienes y Personas que garantice una prevención control y actuación de aquellas situaciones que signifiquen actos deliberados contrarios a la Ley, que atentan contra la seguridad y propiedad relacionados con el robo, violencia, vandalismo, terrorismo crimen etc.
- 2.2.44. El Plan de Seguridad de Bienes y Personas deberá presentarse con una anticipación no menor de noventa (90) Días Calendario antes del inicio de las Pruebas de Puesta en Marcha de la Primera Etapa del sistema, debiendo contar con la conformidad del CONCEDENTE, pudiendo ser objeto de revisiones y enmiendas periódicas con el fin de adaptarlo a nuevas situaciones y amenazas.
- 2.2.45. El Plan de Seguridad de Bienes y Personas deberá contemplar cuando menos:

- Descripción general.



- Clasificación de amenazas y riesgos.
- Mapa de riesgos y vulnerabilidad de cada estación, patio taller y de la infraestructura en general.
- Personal dedicado a la vigilancia.
- Procedimientos y normas internas.

2.2.46. El CONCESIONARIO deberá contar con un Plan de Seguridad Operacional que deberá contener por lo menos los siguiente:

- Descripción general del sistema.
- Control de la circulación y elementos físicos en modo automático y manual en casos de emergencia.
- Equipos de personal directamente relacionados con la seguridad sobre riesgos de operación.
- Acciones de control y aseguramiento de la seguridad operacional.
- Protección en los tramos de parada y entre las puertas de andén y las puertas de los coches.
- Vehículos.
- Peatones.
- Procedimiento de seguridad, intervención, e investigación de accidentes que causen mayores o menores afectaciones a la operación clasificándolos en función del tiempo de afectación.
- Procedimiento de seguridad en explotación.
- Procedimiento de seguridad en intervenciones y mantenimiento.
- Programación de la formación de personal.
- Propuesta de mecanismos de certificación del personal.

2.2.47. El Plan de Seguridad Operacional deberá presentarse al CONCEDENTE con una anticipación no menor de noventa (90) días calendario antes del inicio de las Pruebas de Puesta en Marcha de la Primera Etapa del sistema.

2.2.48. El CONCESIONARIO deberá elaborar y presentar al CONCEDENTE para su aprobación los siguientes planes de contingencias:

- Plan de contingencias en caso de incendios
- Plan de contingencias en caso de sismos
- Plan de contingencias en caso de tsunamis
- Plan de contingencias operativo

Estos planes deberán presentarse con una anticipación no menor de noventa (90) Días Calendario antes del inicio de las Pruebas de Puesta en Marcha de la Primera Etapa y deberán contar con la conformidad del Regulador y CONCEDENTE.

2.2.49. Los planes de contingencias, Plan de Seguridad de Bienes y Personas y Plan de Seguridad Operacional aprobados por el CONCEDENTE serán entregados al Regulador antes del inicio de la Explotación. En ningún caso se podrá iniciar el servicio sin contar con la aprobación de los planes de contingencias previstos.

2.2.50. Si durante la Explotación se requiera modificar alguno de los planes señalados, el CONCESIONARIO deberá presentarlos al CONCEDENTE para su aprobación, debiendo contar también con la conformidad del CONCEDENTE, en el caso de los planes de contingencia, luego de lo cual deberá remitir una copia al Regulador.



2.2.51. El plan de contingencias operativo contendrá como mínimo los siguientes procedimientos:

- Operación en condiciones atmosféricas degradadas
- Operación en condiciones degradadas de los sistemas de electricidad, señalización, automatización y telecomunicaciones
- Acciones ante: corte del suministro eléctrico, corte de tensión de catenaria, caída de catenaria, accidentes, sismos, incendios, inundaciones, choques y otros
- Evacuación de pasajeros en los casos descritos en el punto anterior
- Socorro a trenes averiados en línea
- Paralización del servicio por actos vandálicos en las estaciones, trenes y/o a lo largo de la línea
- Acciones ante actos de sabotaje y terrorismo.
- Plan de contingencias ante inminentes peligros de electrocución de personas que requieran la desenergización por tramos de la línea.
- Plan de contingencias para recuperar la operatividad del servicio.

2.3. PLAN DE PRESTACION

Plan de Prestación del Servicio Anual

2.3.1. A más tardar a los sesenta (60) días calendario antes del inicio de las Pruebas de Puesta en Marcha y dentro del mes de noviembre de cada año, el CONCESIONARIO someterá a consideración del CONCEDENTE y del Regulador el "Plan de Prestación del Servicio Anual" del correspondiente periodo anual, para su aprobación por parte del Regulador. El Plan de Prestación del Servicio Anual, será empleado para la medición de los Niveles de Servicio del año siguiente.

2.3.2. El Plan de Prestación del Servicio Anual estará debidamente justificado en sus aspectos técnicos, indicando los estándares internacionales de operación considerados y las políticas aplicadas para la toma de decisiones.

2.3.3. El Plan de Prestación del Servicio Anual deberá contener la programación y horarios de trenes, tiempos totales de servicios y km recorridos. Es el documento que a su vez contiene: (i) Las disposiciones e instrucciones para el movimiento de los trenes en la vía principal y patio taller, (ii) El itinerario, que incluye el rango horario de prestación del servicio, la composición de los trenes el destino y el horario de salida, llegada y paso por estaciones intermedias de los trenes.

No serán aceptables políticas o prácticas de prestación de servicio que produzcan defectos o daños a las personas, instalaciones o material rodante.

El CONCESIONARIO está obligado a cumplir estrictamente el Plan de Prestación del Servicio aprobado, desde el inicio de la Explotación hasta el término del Plazo de la Concesión. El servicio es un servicio público que no puede ser interrumpido ningún día, salvo por razones de fuerza mayor previstas en el contrato.

2.4. DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE NIVELES DE SERVICIO

El Regulador supervisará la calidad de la prestación del servicio controlando los índices de calidad propuestos por el CONCESIONARIO en su Programa de



Evaluación de Prestación del Servicio, el Índice de Satisfacción de los Usuarios calculado a partir de encuestas a pasajeros, y especialmente los siguientes indicadores que se definen a continuación:

2.4.1. Índice de Disponibilidad del Servicio (D):

- a) El Índice de Disponibilidad del Servicio (D), expresado en porcentaje, será calculado con periodicidad mensual efectuando el promedio de la relación entre los viajes diarios efectuados y los viajes diarios programados, medido para cada día de operación programado en el periodo de medición. Dicho periodo de medición comprenderá el registro de los últimos treinta (30) días de operación. La expresión para el cálculo del Índice de Disponibilidad del Servicio (D) es la siguiente:

$$D = \frac{\sum \frac{V_e}{V_p}}{T} \times 100$$

Donde:

- V_e : Viajes Diarios unitarios EFECTUADOS.
 V_p : Viajes Diarios unitarios PROGRAMADOS.
 T : Número total de días de operación programados en el periodo de medición.

En el cálculo de los viajes diarios efectuados no se contarán eventuales recorridos excedentes a aquellos programados. En el cálculo de los viajes diarios programados durante el ejercicio diario serán excluidos: i).- los viajes parciales en un determinado tramo o tramos, atribuibles a fallas del sistema o sus subsistemas que sean de absoluta responsabilidad del CONCESIONARIO, ii).- los recorridos previstos en los eventuales periodos de reducción o de interrupción de la operación debido a explícitos requerimientos del CONCEDENTE o de las Autoridades Gubernamentales o por causa de fuerza mayor.

Dado el atributo de la operación automática del sistema, los recorridos programados perdidos en las horas punta pueden ser recuperados únicamente en el mismo periodo de horas punta del mismo día. Los recorridos perdidos en las horas valle pueden ser recuperados únicamente en el mismo periodo de horas valle del mismo día, en ambos casos para adecuar la prestación del servicio a la programación diaria.

Las programaciones de trenes y recorridos así como los respectivos itinerarios en días hábiles, sábados y domingos, serán contempladas en el Plan de Prestación de Servicios de acuerdo al Apéndice 3 del presente Anexo, presentado por el CONCESIONARIO y aprobado por el CONCEDENTE.

- b) El valor mínimo del Índice de Disponibilidad del Servicio (D_{\min}) será 97% y el valor objetivo referencial será 98.5%. Asimismo, el Valor Objetivo Definitivo (D_o) será definido por el Postor en su Oferta. El valor ofertado en ningún caso podrá ser inferior al valor mínimo antes mencionado.



- c) La Penalidad aplicable por incumplimiento de la Disponibilidad (P_D) será determinada conforme al valor obtenido para el Índice de Disponibilidad del Servicio (D), presentándose los siguientes niveles:
- Si D es menor que D_{min} , se aplicará la penalidad máxima, equivalente a 1.
 - Si D es mayor o igual que D_{min} y menor que $[(0.3 \times D_{min}) + (0.7 \times D_d)]$, se aplicará la penalidad media, equivalente a 0.7.
 - Si D es mayor o igual que $[(0.3 \times D_{min}) + (0.7 \times D_d)]$ y menor que D_d , se aplicará la penalidad mínima, equivalente a 0.5.
 - Si D es mayor o igual que D_d , no se aplicará penalidad.

2.4.2. Índice de Regularidad del Servicio (R):

- a) El Índice de Regularidad del Servicio (R), expresado en porcentaje, será calculado con periodicidad mensual efectuando el promedio de la relación, medida para horario de hora de punta programada en el periodo de medición, entre los recorridos presentados, en un punto de medición ubicado al final del recorrido, con intervalo de tiempo (X) igual o inferior al valor previsto en cada periodo de tiempo respectivo, entre el total de los recorridos previstos en el mismo lapso de tiempo. Dicho periodo de medición comprenderá el registro de los últimos treinta (30) días de operación.

La metodología de medición y el intervalo de tiempo (X), serán definidos en el Plan de Prestación de Servicios. El intervalo (X) será ajustado anualmente. La expresión para el cálculo del Índice de Regularidad del Servicio (R) es la siguiente:

$$R = \frac{\sum \frac{N_{eff}}{N_{prog}}}{F} \times 100$$

Donde:

- N_{eff} : Número de los recorridos efectuados en el horario de hora de punta con intervalo de tiempo inferior o igual a X programado.
 N_{prog} : Número de los recorridos programados en el mismo horario de hora punta.
 F : Número total de los horarios de hora punta programados para el mes.

Serán consideradas para el cálculo de los horarios de punta programados al *neto* de aquellos en las que intervinieron reducciones o interrupciones de la operación debido a explícitos requerimientos del CONCEDENTE o de las Autoridades Gubernamentales o por causa de fuerza mayor.

- b) El valor mínimo del Índice de Regularidad del Servicio (R_{min}) será 96% y el valor objetivo referencial será 98.2%. Asimismo, el Valor Objetivo Definitivo (R_d) será definido por el Postor en su Oferta. El valor ofertado en ningún caso podrá ser inferior al valor mínimo antes mencionado.



c) La Penalidad aplicable por incumplimiento de la Regularidad (P_R) será determinada conforme al valor obtenido para el Índice de Regularidad del Servicio (R), presentándose los siguientes niveles:

- i. Si R es menor que R_{min} , se aplicará la penalidad máxima, equivalente a 1.
- ii. Si R es mayor o igual que R_{min} y menor que $[(0.3 \times R_{min}) + (0.7 \times R_d)]$, se aplicará la penalidad media, equivalente a 0.7.
- iii. Si R es mayor o igual que $[(0.3 \times R_{min}) + (0.7 \times R_d)]$ y menor que R_d , se aplicará la penalidad mínima, equivalente a 0.5.
- iv. Si R es mayor o igual que R_d , no se aplicará penalidad.

2.4.3. Índice de Calidad del Sistema (CS)

Está definido por una combinación de datos de disponibilidad de los principales aparatos y equipos no directamente conectados con el sistema de movimiento de los trenes, y que se encuentren directamente relacionados con el usuario. El Índice de Calidad del Sistema será calculado con periodicidad mensual. El CS se obtendrá sumando dos índices de calidad:

Índice de Calidad de las Estaciones: I_E

Índice de Calidad del Material Rodante: I_{MR}

El parámetro expresado en porcentaje de la Calidad del Sistema (CS) será calculado con periodicidad mensual a través de la siguiente relación:

$$CS = I_E + I_{MR}$$

La medición y el cálculo de dichos índices de calidad I_E e I_{MR} serán realizados como se describe a continuación.

Índice de Calidad de las Estaciones (I_E)

El índice I_E representa convencionalmente el grado de conformidad total de las estaciones en función de las conformidades que se obtienen para cada subsistema de cada estación.

Para cada estación se considerará en cada mes los principales subsistemas y componentes que contribuyen a determinar el buen funcionamiento de la misma estación.

La eficiencia de los subsistemas y componentes a ser medidos será evaluada:

- Para sub sistemas sujetos a mecanismos de control centralizado (a medición de manera continua), en base a las mediciones efectuadas de manera automática del mismo mecanismo de control, que deberá estar en grado de proporcionar directamente los índices requeridos;
- Para los otros subsistemas (a medición de manera discreta), mediante la inspección periódica por parte del Regulador.

Después de tal inspección se recogerán, según el esquema siguiente, los datos con respecto a cada estación mostrando los valores medidos y los



correspondientes puntos "pi" aplicados para cada subsistema que haya resultado no conforme al valor objetivo.

Subsistema	Medición de Operación	Criterio	Puntaje p _i (según el resultado)
Torniquetes	Continuo	$\frac{\text{Horas de funcionamiento reales}}{\text{Horas programadas}} \geq 0,97$	6
Expendedoras	Continuo	$\frac{\text{Horas de funcionamiento reales}}{\text{Horas programadas}} \geq 0,96$	2
Puertas de Anden	Continuo	$\frac{\text{Horas de funcionamiento reales}}{\text{Horas programadas}} \geq 0,99$	12
Escaleras	Continuo	$\frac{\text{Horas de funcionamiento reales}}{\text{Horas programadas}} \geq 0,98$	8
Pantallas de Información	Continuo	$\frac{\text{Horas de funcionamiento reales}}{\text{Horas programadas}} \geq 0,99$	4
Ascensores	Continuo	$\frac{\text{Horas de funcionamiento reales}}{\text{Horas programadas}} \geq 0,98$	4
Alumbrado de la estación	Mensual	Conforme niveles de proyecto = ± 30%	4
Difusión sonora	Mensual	En funcionamiento	6
Infiltraciones de agua	Mensual	No presenta	4

La suma de los puntos p_i constituirá el "índice de calidad I_E" de la estación en evaluación. El índice CS total será por lo tanto determinado como promedio de los tres valores I_E conseguidos en las tres estaciones para las cuales se encontraron los puntajes menores.

Índice de Calidad del Material Rodante (I_{MR})

El índice I_{MR} representa convencionalmente el grado de conformidad total del Material Rodante en función de las evaluaciones encontradas para cada subsistema inspeccionado.



El Regulador indicará mensualmente y de manera aleatoria la matrícula del tren a ser inspeccionado con la finalidad de evaluar la eficiencia de los subsistemas que lo componen. El número de trenes evaluados será igual al entero más cercano al 15% de las que constituyen el Material Rodante en circulación (por lo tanto excluyendo aquellos trenes en mantenimiento).

La eficiencia de los subsistemas será evaluada mediante la inspección en el Patio-Taller, donde el CONCESIONARIO dispondrá de los trenes. Si es necesario, los controles se realizarán en distintos días de trabajo, indicando al inicio de cada jornada los trenes a ser inspeccionados.

Después de tal inspección se recogerán, según el esquema siguiente, los datos con respecto a cada tren inspeccionado, mostrando los valores medidos y los correspondientes puntos pi aplicados para cada subsistema que haya resultado conforme al valor objetivo.

Subsistema	Porcentaje de Verificación	Objetivo	Puntos P _i aplicados (si cumple con el objetivo)
Difusión sonora	15% cada mes	En funcionamiento	10
Alumbrado interno tren	15% cada mes	Conforme niveles proyecto +/- 30%	10
Aire acondicionado	15% cada mes	En funcionamiento	10
Puertas	15% cada mes	En funcionamiento	20

La suma de los puntos pi constituirá el "índice de calidad I_{MR}" del tren en evaluación. El índice I_{MR} total será igual al más bajo entre los valores de I_{MR} medidos en los trenes evaluados.

- a) El valor mínimo aceptable del CS será 90%.

2.4.4. Índice de satisfacción del usuario (SU):

Indica el nivel de satisfacción percibida por el usuario medida a través de los siguientes indicadores que se muestran a continuación, la misma que deberá ser utilizada por el CONCESIONARIO para la elaboración del Plan de Prestación de Servicios:



1. ATRIBUTOS GENERALES	2. INDICADORES DE SATISFACCIÓN	3. ÍNDICE DE SATISFACCIÓN	
RAPIDEZ	Cantidad de trenes que espera antes de poder embarcar	ISA1	0
	Tiempo de apertura de las puertas para poder embarcar/desembarcar		
	Tiempo necesario para trasbordo o transferencia entre líneas		
	Tiempo de espera del tren en los andenes		
	Tiempo necesario para superar torniquetes	ISA6	
	Tiempo de viaje en el tren		
CONFORTABILIDAD	Condiciones de embarque/desembarque	ISA7	0
	Iluminación exterior de los accesos a las estaciones		
	Iluminación interior de las estaciones		
	Limpieza de las estaciones		
	Limpieza de los trenes		
	Cantidad de personas esperando en los andenes		
	Cantidad de personas en los trenes		
	Nivel de ruido en el tren durante el viaje		
	Aceleraciones y frenados del tren durante el viaje		
Ventilación en las estaciones			
	Ventilación en los trenes		
CONFIABILIDAD	Agilidad/rapidez para meter en funcionamiento el tren en caso de parada		0
	Facilidades para vuelto en las taquillas		
	Funcionamiento de las escaleras metálicas		
	Cantidad de taquillas en función en las estaciones		
	Cantidad de torniquetes disponibles para entrar/salir del Metro		
	Número de paradas del tren entre las estaciones durante el viaje		
SEGURIDAD CONTRA ACCIDENTES	Medidas tomadas por el Metro para evitar accidentes de los trenes (descarrilamiento, incendios, ...)		0
	Medidas tomadas por el Metro para evitar accidentes en las escaleras metálicas		
	Medidas tomadas por el Metro para evitar accidentes en las escaleras fijas		
	Medidas tomadas por el Metro para evitar accidentes en las puertas (de los trenes y de los andenes)		
	Medidas tomadas por el Metro para evitar accidentes en el vacío entre los trenes y los andenes		
	Existencia a equipos de seguridad en caso de acciones de emergencia (extintores, hidrantes, ...)		
	Control del número de personas en los andenes para evitar accidentes		
Acciones del personal encargado del Metro para evitar accidentes durante el embarque/desembarque			
	Acciones del Metro en caso de problemas durante el viaje (avisos con sistema de altavoz, indicaciones de las modalidades de desembarque, ruta a seguirse, ...)		
SEGURIDAD PÚBLICA	Medidas tomadas por el Metro para evitar robos al interior del tren		0
	Medidas tomadas por el Metro para evitar robos al interior de las estaciones		
	Seguridad de las personas para acceder a las estaciones/corredores para acceder o salir de las estaciones		
	Medidas tomadas por el Metro para evitar asaltos a las taquillas		
	Medidas tomadas por el Metro para evitar tumultos de manifestantes o hinchadas de fútbol		
	Medidas tomadas por el Metro para evitar presencia de vendedores ambulantes al interior de los trenes o estaciones		
	Medidas tomadas por el Metro para evitar situaciones de molestias sexuales o violaciones		
Presencia y cantidad de personal de seguridad			
ATENCIÓN AL CLIENTE	Actuación del personal encargado en zona de torniquetes		0
	Actuación del personal encargado para auxiliar embarque/desembarque		
	Actuación del personal de seguridad		
	Actuación del personal de primer auxilio en caso de emergencia		
	Presencia de personal de apoyo para los usuarios		
INFORMACIÓN	Comprensión de placas y letreros		0
	Facilidad para encontrar informaciones sobre el Metro y sistemas integrados de transporte metropolitano		
	Facilidad de visualización de las informaciones contenidas en red en la página web del Metro		
	Comunicaciones con sistema de altavoz en el tren para anomalías de funcionamiento del Metro		
	Comunicaciones con sistema de altavoz en las estaciones para anomalías de funcionamiento del Metro		
	Calidad del sonido de las comunicaciones en el tren		
	Calidad del sonido de las comunicaciones en las estaciones		
	Cantidad de comunicaciones con sistema de altavoz		
	Cantidad de indicaciones para orientar al usuario al interior del Metro		
Informaciones sobre los riesgos de accidente en el Metro			
	Eficiencia de las indicaciones para orientar al usuario al interior del Metro		
	Eficiencia de las comunicaciones con sistema de altavoz para orientar al usuario al interior del Metro		
ACCESIBILIDAD	Disponibilidad equipos para facilitar movilización de los usuarios preferenciales		0
	Existencia instalaciones y equipos adaptados en las estaciones		
	Actuación del personal encargado en la atención a los usuarios preferenciales		
	Facilidad para embarque en la zona destinada a usuarios preferenciales		
	Cantidades de sitios/espacios dedicados en el tren para usuarios preferenciales		
	Facilidad del uso del Metro para personas con discapacidades o insuficiencia motora	ISA53	
	TOTAL		0



EL CONCESIONARIO deberá llevar a cabo cada seis (06) meses una encuesta de satisfacción del servicio prestado. La contratación y el pago de los servicios de la encuestadora estarán a cargo del CONCESIONARIO. La cantidad de personal y el número de encuestas a realizar por cada encuestador será responsabilidad del Concesionario.

La encuesta será efectuada por una institución independiente y de reconocido prestigio en el mercado, propuesta por el CONCESIONARIO y aprobada por el Regulador.

La recolección de la información será efectuada mediante la toma de muestras periódica, la periodicidad será definida por el CONCESIONARIO y aprobada por el Regulador con un intervalo máximo de seis meses.

A partir del inicio de la Explotación, la primera recolección de información no servirá para aplicar las penalidades correspondientes, pero servirá para sensibilizar a las Partes respecto de las necesidades y expectativas de los usuarios.

Considerando las contingencias del inicio de la Explotación que puede tener una nueva línea, durante los primeros dos años se aplicará una reducción del SU, los cuales deberán ser debidamente justificados por el CONCESIONARIO. La tolerancia máxima sería de una reducción del 20% para la segunda recolección de información, 15% para la tercera, 10% para la cuarta y 5% para las demás recolecciones de información, hasta llegar al inicio del tercer año de Explotación.

Anualmente, antes de efectuar la encuesta cuantitativa se aplicará una encuesta cualitativa para definir los parámetros a ser evaluados en la encuesta cuantitativa. Esta encuesta cualitativa será desarrollada por la misma empresa encuestadora mencionada en el tercer párrafo del presente apartado.

El contenido y la metodología para efectuar la encuesta serán propuestas por el CONCESIONARIO en el Plan de Prestación de Servicios y aprobada por el Regulador.

La recolección de los datos deberá contemplar una muestra representativa del universo de la demanda y proporcional para los diferentes horarios.

En los cuestionarios se cubrirán todos los parámetros de calidad del servicio y sus respectivos indicadores.

Para medir los parámetros y los indicadores será utilizada la escala de Likert de 5 puntos, con variaciones entre "muy mala" y "muy buena".

Muy mala	1
Mala	2
Regular	3
Buena	4
Muy Buena	5

Cada seis (06) meses el CONCESIONARIO deberá verificar junto con el CONCEDENTE los parámetros a ser medidos para que siempre sean actualizados con las modificaciones de las necesidades de los usuarios y de la operación.

Evaluación del SU: se sumarán los puntajes evaluados con la técnica del TOP TWO BOX, el SU será el resultado de la diferencia entre la suma de los valores positivos ("bueno" y "muy bueno") y la suma de los valores negativos ("malo y muy malo"). El resultado de SU deberá ser representado en una escala entre 0 y 100.



Se evaluará también la media entre todos los diferentes parámetros (SU_M).

$SU \geq 70$: $P_{SU}=0$
 $60 < SU < 70$: $P_{SU}=0,25$
 $50 < SU < 60$: $P_{SU}=0,5$
 $SU < 50$: $P_{SU}=1$

2.4.5. Índice de Fraude (F):

Es la acción en contra de la ley y normas aplicables, de viajar en el servicio de transporte ferroviario urbano sin haber comprado el ticket correspondiente a la categoría de cada usuario. Estas acciones tienen un efecto negativo en la recaudación y deben ser controladas por el CONCESIONARIO con la implementación de mecanismos adecuados para tal fin. Para efectos de medición de los Niveles de Servicio, F indica el nivel de fraude previsto en el servicio respecto del nivel de fraude detectado. El nivel de fraude detectado se medirá a partir de los procedimientos propuestos por el CONCESIONARIO y aprobados por el CONCEDENTE y mediante personal acordado entre las partes. La medición del nivel de fraude se llevará a cabo de forma mensual mediante una muestra que no será inferior al 5 por mil del número de viajeros durante el periodo semanal. Para el pago trimestral se realizará una media de los tres meses correspondientes a la liquidación.

$$F = \text{Fraude Previsto (Fp)} / \text{Fraude Detectado (Fd)}$$

Donde:

Fraude Previsto (Fp) = Nivel de Fraude de referencia que para el presente Contrato se ha estimado en 3% y podrá ser ajustado por el CONCEDENTE finalizado el primer año de prestación del servicio y revisado durante la vigencia de la Concesión.

Fraude Detectado (Fd) = Nivel de Fraude detectado que se medirá a lo largo de la Concesión. Se calculará por medias móviles de tres (03) meses a partir de mediciones periódicas que serán definidas con el CONCESIONARIO en el Plan de Prestación de Servicios.

Los correspondientes índices de penalidad serán:

$F \geq 1$: $P_F=1$
 $1 < F \leq 0.95$: $P_F=0,7$
 $0.95 < F \leq 0.8$: $P_F=0,3$
 $F < 0.8$: $P_F=0$

2.5. PROGRAMA DE SUPERVISION DE LOS NIVELES DE SERVICIO

Programa de Evaluación de los Niveles de Servicio

2.5.1. El CONCESIONARIO elaborará un "Programa de Evaluación de Niveles de Prestación del Servicio", en concordancia con su Plan de Prestación del Servicio,



para medir el resultado de sus acciones y deberá ser presentado al Regulador y CONCEDENTE conjuntamente con su Plan de Prestación del Servicio.

- 2.5.2. Los objetivos específicos del Programa de Evaluación de los Niveles de Servicio son: (a) verificar el cumplimiento del Plan de Prestación del Servicio programado; (b) identificar el incumplimiento de la prestación del servicio; (c) verificar la correcta y oportuna subsanación de los incumplimientos del servicio.
- 2.5.3. El Regulador podrá solicitar toda la información relativa al "Programa de Evaluación de los Niveles de Servicio" del CONCESIONARIO, la cual deberá ser entregada en un plazo no mayor a quince (15) Días Calendario luego de haber sido efectuada la solicitud.

Evaluaciones y penalidades

- 2.5.4. El Regulador calculará mensualmente, en base a los Niveles de Servicio señalados anteriormente, un Factor de Penalización (FP) correspondiente a la calidad del servicio ofrecido, que será aplicado como un porcentaje a deducir de la Retribución por Operación y Mantenimiento (RPMO) mensual. La aplicación de este factor permitirá calcular el valor neto del RPMO mensual, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$RPMO' = RPMO \times (1 - FP)$$

Donde:

RPMO' : Valor neto del RPMO mensual.
RPMO : Valor del RPMO calculado de acuerdo a la Sección IX.
FP : Factor de Penalización.

- 2.5.5. Para el cálculo mensual del Factor de Penalización (FP) se empleará la siguiente expresión:

$$FP = \frac{15}{100} \times [(0.30 \times D) + (0.20 \times R) + (0.20 \times CS) + (0.20 \times SU) + (0.10 \times F)]$$

Donde:

FP : Factor de Penalización a ser aplicado al RPMO mensual.
D : Índice de Disponibilidad del Servicio.
R : Índice de Regularidad del Servicio.
CS : Índice de Calidad del Servicio.
SU : Índice de Satisfacción del Usuario.
F : Índice de Fraude

- 2.5.6. El Factor de Penalización (FP) se aplicará doce (12) meses después del inicio de Explotación de cada Etapa del Proyecto.

- 2.5.7. Un valor del Factor de Penalización menor a uno (1) representa un incumplimiento de los Niveles de Servicio exigidos. La reiteración de dicho incumplimiento, dará lugar eventualmente a la resolución del Contrato según lo indicado en la Sección XV: Caducidad de la Concesión del Contrato de Concesión.



- 2.5.8. Adicionalmente, el Regulador podrá efectuar evaluaciones en la oportunidad y lugares que considere convenientes, sin la necesidad de previo aviso al CONCESIONARIO. También podrá emplear información proporcionada por los Usuarios o por el CONCEDENTE para detectar el eventual incumplimiento del Servicio.
- 2.5.9. De la evaluación realizada se elaborará un acta con un (1) original y dos (2) copias, en donde se detallará el incumplimiento de los Niveles de Servicio y las observaciones que pueda realizar el Regulador, así como también los descargos que el CONCESIONARIO estime convenientes. El Regulador y el CONCESIONARIO conservarán una copia del Acta, quedando el original para el CONCEDENTE. La ausencia de descargos por parte del CONCESIONARIO en el Acta se tomará como conformidad de la misma con el resultado de la evaluación realizada.

Para tales efectos será de aplicación lo dispuesto en el Reglamento General de Supervisión del Regulador vigente a la fecha o norma posterior que la modifique.

3. SECCIÓN 2: CONSERVACIÓN

Se entiende por Conservación al conjunto de actividades que requieren ser planificadas, programadas, ejecutadas y documentadas por el CONCESIONARIO para mantener el sistema ferroviario disponible para el servicio, de manera tal que cada uno de sus componentes, subsistemas y sistemas sean seguros y confiables a lo largo del ciclo de vida de cada uno de ellos en el periodo de concesión.

3.1. PRINCIPIOS GENERALES

- 3.1.1. Todos los Bienes de la Concesión serán diseñados, construidos, fabricados, instalados, probados y sometidos a Conservación durante la explotación para proteger la vida humana, garantizar la seguridad de las personas, el óptimo funcionamiento de los mismos y la economía de la explotación.
- 3.1.2. Las labores de Conservación deberán realizarse en forma oportuna, de acuerdo a los programas de mantenimiento que deben reflejar los ciclos de degradación de los componentes, subsistemas y sistemas, respetando los estándares internacionales de seguridad y calidad.
- 3.1.3. Por regla general, la Conservación deberá mantener en todo momento la funcionalidad o el propósito original para el que las Obras fueron ejecutadas y deberán mantenerse en dicha condición a lo largo de todo el periodo de concesión.
- 3.1.4. No serán aceptables políticas, prácticas o procedimientos de Conservación que produzcan defectos que comprometan la funcionalidad, durabilidad, utilidad o estética de las Obras. No obstante, los eventos que ameriten la aplicación de un mantenimiento de emergencia en los Bienes de la Concesión, en casos distintos a Fuerza Mayor y derivados de defectos y/o vicios ocultos en la construcción, serán atendidos directamente por el CONCESIONARIO a su costo, presentando para tales efectos, una descripción sobre el alcance de las actividades a ejecutar y el tiempo estimado de restablecimiento del servicio, el cual deberá ser aprobado por el CONCEDENTE.

3.2. NIVELES DE SERVICIO DE CONSERVACIÓN



- 3.2.1. El estado de los Bienes de la Concesión se expresará a través de parámetros de condición, que harán referencia a diversos aspectos de Conservación de los sistemas que componen los Bienes de la Concesión. Los límites de los parámetros de condición que deberán cumplirse se denominan "Niveles de Servicio de Conservación", los cuales se establecerán en cumplimiento a los estándares de mantenimiento propuestos por el CONCESIONARIO.
- 3.2.2. Los estándares de conservación de la infraestructura, los Equipamientos y el Material Rodante propuestos por el CONCESIONARIO, deberán ser presentados al CONCEDENTE para su aprobación, a más tardar treinta (30) Días Calendario antes de la entrega del Plan de Conservación.
- 3.2.3. Es obligación del CONCESIONARIO programar y ejecutar oportunamente las tareas de Conservación, durante todo el Plazo de la Concesión, de tal manera que los Niveles de Servicio de Conservación sean iguales o estén siempre por encima de los umbrales mínimos establecidos por los Niveles de Servicio de Conservación definidos en este Anexo. Para tal efecto, EL CONCESIONARIO deberá contar con los recursos técnicos, instalaciones, herramientas, equipos y maquinaria en cantidad y capacidades suficientes para llevar a cabo las tareas de conservación tanto de la infraestructura en general como el material rodante. EL CONCESIONARIO en su propuesta técnica proveerá un listado de equipos, maquinarias, herramientas e insumos que empleará en la conservación de la infraestructura, Equipamientos y Material Rodante, los mismos que deben estar disponibles desde el inicio de las Pruebas de Puesta en Marcha hasta aquellos que serán incorporados progresivamente a la concesión de acuerdo al programa de mantenimiento.
- 3.2.4. El CONCESIONARIO deberá llevar un historial y trazabilidad de todo el mantenimiento realizado durante el periodo de Concesión.
- 3.2.5. El CONCESIONARIO deberá monitorear los parámetros de condición y detectar aquellos cuya medida eventualmente se encuentre por debajo de los límites admisibles y adoptar las medidas necesarias para su corrección oportuna, para estar siempre dentro de los Niveles de Servicio de Conservación definidos en este Anexo. EL CONCESIONARIO deberá presentar al Regulador y al CONCEDENTE los parámetros técnicos, normatividad y estándares que cumplirá para la conservación del sistema ferroviario en los estándares de mantenimiento.
- 3.2.6. El CONCESIONARIO deberá elaborar un plan anual de Conservación (el "Plan de Conservación") que comprenda todas las actividades de mantenimiento y reinversión requeridas para cada una de las instalaciones, equipos, entre otros, que conforman los Bienes de la Concesión, respetando para ello las recomendaciones de los fabricantes de los mismos y las referencias del historial de mantenimiento de los Bienes del CONCEDENTE, cumpliendo con los estándares de mantenimiento aprobados.
- 3.2.7. El CONCESIONARIO dispondrá en todo momento de la estructura, organización y recursos (físicos, técnicos y administrativos) que le permitan programar y ejecutar a lo largo del Plazo de la Concesión las tareas de Conservación necesarias para que la medida de los parámetros de condición se mantengan dentro de los Niveles de Servicio de Conservación definidos en este Anexo.



- 3.2.8. El CONCESIONARIO deberá realizar el control de calidad de los trabajos realizados desde el inicio de la Explotación y obtener a más tardar en el tercer año contado a partir de la Fecha de entrega del sistema, la certificación de cumplimiento de la norma ISO 9001 para las actividades de mantenimiento, expedida por una entidad debidamente autorizada para tal efecto.
- 3.2.9. El CONCESIONARIO no podrá sustituir ninguno de los elementos que afecten la calidad sin el consentimiento expreso del Regulador.
- 3.2.10. El CONCESIONARIO deberá mantener actualizado el historial de mantenimiento de los Bienes de la Concesión que se contemplen en el Plan de Conservación, dentro de los tres (03) Días de realizado dicho mantenimiento.
- 3.2.11. EL CONCESIONARIO deberá adquirir un software de probada eficacia en la industria ferroviaria tipo Metro, que le permita administrar con eficiencia la gestión del mantenimiento, la logística, los recursos humanos, entre otros. Este software deberá estar en operación como mínimo treinta (30) días antes de las Pruebas de Puesta en Marcha de la Primera Etapa del sistema.
- 3.2.12. EL CONCESIONARIO deberá implementar un centro automatizado de medición y monitoreo continuo de ruedas, pantógrafos y frenos en el lugar que le resulte más estratégico dentro del patio taller, de manera que le permita ejercer un control más efectivo y eficiente sobre; la condición de estos elementos críticos para la operación, planificar el mantenimiento del sistema, y advertir potenciales peligros a la seguridad del sistema. Del mismo modo efectuará las mediciones periódicas con equipos de probada eficacia, de la geometría de la vía férrea y de la línea aérea de contacto, y en ambos casos, la información recopilada será puesta de conocimiento del Regulador a través de los informes mensuales de Conservación.
- 3.2.13. El Regulador inspeccionará, supervisará y controlará el cumplimiento de todas las obligaciones del CONCESIONARIO de manera continua e inopinadamente, con el fin de detectar oportunamente las desviaciones y exigir que se corrijan las deficiencias encontradas.
- 3.2.14. El CONCESIONARIO deberá mantener la vía y el material rodante de tal forma que se minimicen las vibraciones dentro de los coches de pasajeros y se aseguren las máximas prestaciones en cuanto a seguridad y confort en la marcha de los trenes. Las normas de referencia que deberán cumplirse son la UIC 513 y UIC 518 o equivalente.

3.3. PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CONSERVACION

Plan de Conservación

- 3.3.1. Dentro de los sesenta (60) Días Calendario antes de las Pruebas de Puesta en Marcha (para el primer Plan de Conservación), y dentro del mes de noviembre de cada año, el CONCESIONARIO presentará al CONCEDENTE el "Plan de Conservación" del correspondiente periodo anual y el respectivo programa de implementación, para su aprobación el cual necesariamente deberá incluir el plan de desarrollo de la confiabilidad del sistema.



- 3.3.2. El Plan de Conservación estará debidamente justificado en sus aspectos técnicos, indicando el análisis del estado actual, los estándares de mantenimiento considerados y las políticas aplicadas para la toma de decisiones.
- 3.3.3. Dentro de los primeros siete (07) Días Calendario de cada mes, el CONCESIONARIO presentará al Regulador un informe con la relación de los trabajos de Conservación realizados durante el mes anterior, incluyendo la información del monitoreo de la condición de las ruedas de los vehículos ferroviarios, los pantógrafos y los frenos. Además, podrá presentar una actualización del cronograma del plan original si correspondiera, para su aprobación.
- 3.3.4. El Plan de Conservación deberá contemplar todos y cada uno de los componentes, subsistemas y sistemas que forman parte del sistema integral ferroviario.
- 3.3.5. El Plan de Conservación deberá contemplar la sustitución periódica de todos aquellos componentes y subsistemas que alcancen su vida útil, así como de aquellos consumibles y fungibles, el ajuste de piezas a su posición nominal, tolerancias, reglaje. Asimismo, deberá contemplar la inspección periódica de elementos, accesorios y subsistemas sujetos a deterioro y fallas, su respectiva reparación o sustitución/reinversión cuando corresponda por fin de su vida útil.
- 3.3.6. El Plan de Conservación deberá contener una gestión adecuada de la información de conservación y programación que comprenda el procesamiento de la información de mantenimiento, informes de trabajo, informes de fallas, y datos de actuación del sistema necesarios para gestionar efectiva y eficientemente la Conservación. Para tal fin, se deberá implantar una aplicación informática en la que quede implementada la política de mantenimiento y quede registro histórico de las actuaciones.
- 3.3.7. El Plan deberá determinar las distintas operaciones de inspección y control programadas así como su periodicidad, debiendo contener un cuadro que resuma las actividades específicas para cada uno de los elementos del sistema.

Plan de Limpieza

- 3.3.8. El CONCESIONARIO deberá presentar un plan anual de limpieza que contenga las actividades diarias, semanales, mensuales y semestrales de limpieza para los edificios del Patio Taller, estaciones, subestaciones, salas técnicas, secciones en túnel y fuera del túnel, pasarelas peatonales y coches de los trenes, el mismo que será aprobado por el Regulador. Los criterios básicos para la limpieza se detallan en los Apéndices 1 y 2 del presente Anexo.
- 3.3.9. Dicho plan de limpieza será entregado al Regulador a más tardar sesenta (60) días calendario antes de iniciarse las Pruebas de Puesta en Marcha. El plan de limpieza deberá actualizarse anualmente por parte del CONCESIONARIO dentro del mes de noviembre de cada año.
- 3.3.10. El CONCESIONARIO deberá cumplir estrictamente su plan de limpieza.
- 3.3.11. Se deberá tener en cuenta que los esfuerzos y recursos a emplear en la limpieza de estaciones, zona de vía y coches estarán en relación a la modalidad habitual de comportamiento de pasajeros y público en general. El comportamiento incorrecto del público no será eximente de la responsabilidad del CONCESIONARIO en el



cumplimiento de esta obligación, salvo en casos que, a juicio del Regulador, resulten excepcionales.

- 3.3.12. Las instalaciones ferroviarias y no ferroviarias y el material rodante en general, deberán permanecer libres de obstáculos y mantenerse limpios, de acuerdo a la periodicidad y criterios detallados en el Apéndice 1 del presente Anexo.
- 3.3.13. Los coches de pasajeros deberán mantenerse limpios, lavándolos externamente e internamente de acuerdo a la periodicidad y criterios detallados en el Apéndice 2 del presente Anexo.

Etapa de Ejecución de Obras

- 3.3.14. El CONCESIONARIO recibirá el Área de la Concesión del Proyecto y será su responsabilidad única y absoluta conocer las condiciones naturales de dicha área, por lo que deberá revisar, verificar y complementar toda la información suministrada en el Proyecto Referencial por el CONCEDENTE que esté relacionada con los lugares en donde se llevará a cabo la construcción de las Obras del Proyecto por sus propios medios y criterios, empleando sus propios especialistas.
- 3.3.15. El CONCESIONARIO incluirá en el primer Plan de Conservación las labores de mantenimiento aplicables a los Bienes del CONCEDENTE y las demás tareas a efectuar durante la Etapa de Ejecución de Obras.
- 3.3.16. Durante la Etapa de Ejecución de Obras y durante el primer año de Explotación de cada Tramo, no se evaluarán los Niveles de Servicio de Conservación afectados por las Obras, lo cual no exime al CONCESIONARIO de realizar el mantenimiento del sistema ferroviario de acuerdo a su Plan de Conservación.
- 3.3.17. Una vez finalizada la Etapa de Ejecución de Obras, el CONCESIONARIO deberá realizar todas aquellas tareas de Conservación necesarias para recuperar y mantener todos los Niveles de Servicio de Conservación de las Obras definidos en este Anexo, durante todo el Plazo de la Concesión.

3.4. PROGRAMA DE SUPERVISION DE LOS NIVELES DE SERVICIO DE CONSERVACION

Programa de Evaluación

- 3.4.1. El CONCESIONARIO elaborará un "Programa de Evaluación de Niveles de Conservación", en concordancia con su Plan de Conservación, para medir el resultado de sus intervenciones y deberá ser presentado al Regulador y CONCEDENTE conjuntamente con el Plan de Conservación.
- 3.4.2. Los objetivos específicos del Programa de Evaluación de Niveles de Conservación son: (a) verificar el cumplimiento del Plan de Conservación elaborado por el CONCESIONARIO; (b) identificar la existencia de eventuales defectos o parámetros de condición insuficientes; (c) verificar la correcta y oportuna subsanación de los defectos o parámetros de condición insuficientes encontrados.
- 3.4.3. El Regulador podrá solicitar toda la información relativa al "Programa de Evaluación de Niveles de Conservación" del CONCESIONARIO, la cual deberá ser entregada



en un plazo no mayor a quince (15) Días Calendario luego de haber sido efectuada la solicitud.

Evaluaciones y Penalidades

- 3.4.4. El Regulador realizará evaluaciones periódicas con el objetivo de identificar defectos localizados tanto en las Obras, en los Equipamientos y en el material rodante para verificar el cumplimiento de los Niveles de Servicio de Conservación. El Regulador también podrá fiscalizar las condiciones o prácticas de trabajo del CONCESIONARIO, de modo que estas no resulten inseguras para los Usuarios y su propio personal, y podrá fiscalizar los procedimientos empleados y las demás obligaciones contractuales.
- 3.4.5. El Regulador efectuará las evaluaciones en la oportunidad y lugares que considere convenientes, con previo aviso al CONCESIONARIO. También podrá emplear información proporcionada por los Usuarios o por el CONCEDENTE para detectar parámetros de condición insuficientes.
- 3.4.6. De la evaluación realizada se elaborará un acta con un (1) original y dos (2) copias, en donde se detallarán defectos, y localización de los mismos, y las observaciones que pueda realizar el Regulador, así como también consideraciones que el responsable del CONCESIONARIO estime convenientes. El Regulador y el CONCESIONARIO conservarán una copia del Acta, quedando el original para el CONCEDENTE. La ausencia del personal designado por el CONCESIONARIO y/o la falta de descargos en el Acta, se tomará como conformidad del mismo con el resultado de la evaluación realizada.
- 3.4.7. Si en una evaluación cualquiera, se detectan parámetros de condición insuficientes, el Regulador emitirá una "Notificación de parámetro de condición insuficiente", indicando los defectos encontrados.
- 3.4.8. Una vez recibida una "Notificación de parámetro de condición insuficiente", el CONCESIONARIO deberá ejecutar los trabajos que eleven nuevamente la calidad a los Niveles de Servicio de Conservación exigidos, en el plazo que fije el Regulador.
- 3.4.9. Cuando el CONCESIONARIO subsane completamente los defectos detallados en la "Notificación de parámetro de condición insuficiente", comunicará al Regulador informando la finalización de la subsanación.
- 3.4.10. En caso que el Regulador constatará que no se han realizado las subsanaciones de los defectos indicados en la "Notificación de parámetro de condición insuficiente" dentro de los plazos o alcances establecidos, el Regulador emitirá una "Notificación de Incumplimiento", estableciendo nuevos plazos para alcanzar los niveles definidos. La reiteración de "Notificación de Incumplimiento" puede suponer sanciones económicas que determinará el Regulador y/o la resolución del Contrato según lo indicado en el Contrato de Concesión.



ANEXO 7 - APÉNDICE 1: CRITERIOS PARA LA LIMPIEZA DE LAS INSTALACIONES FERROVIARIAS Y NO FERROVIARIAS

- a) La limpieza de las instalaciones ferroviarias y no ferroviarias del sistema, contempla pero no se limita a la limpieza interna y externa de las paredes, pisos, techos y superficies rígidas, ventanas y puertas de vidrio u otros materiales.
- b) Diariamente las zonas circundantes a las estaciones y sus accesos, subestaciones, túneles, pasarelas peatonales y/o vehiculares y zonas de la vía en general, serán conservadas limpias erradicando las malezas y los residuos generados por los pasajeros, la propia actividad del CONCESIONARIO o la de sus subcontratistas y lo que arrojen terceros.
- c) Como mínimo, dos (02) veces por semana se procederá al lavado de pisos de andenes, espacios y dependencias con afluencia de público, sin perjuicio de lo cual, la limpieza integral diaria de las instalaciones evitará la acumulación de residuos y desperdicios.
- d) Instalar un número adecuado de cestos y/o papeleros, distribuidos convenientemente en las estaciones de pasajeros.
- e) Los servicios sanitarios serán higienizados tantas veces al día como sea necesario, utilizando los elementos adecuados para su desinfección y desodorización.
- f) Periódicamente, cuando sea necesario, se limpiarán las partes bajas de las paredes expuestas al público, los vidrios de puertas y ventanas, se eliminarán graffitis y publicidades no autorizadas.
- g) Limpieza periódica de artefactos de alumbrado, señalización y sus elementos en general.
- h) Se efectuarán las desinsectaciones, desratizaciones y desodorizaciones necesarias en las estaciones de pasajeros y subestaciones por lo menos 02 veces al año.
- i) El CONCESIONARIO deberá asimismo mantener un nivel adecuado de limpieza y funcionalidad en las salas técnicas y talleres de mantenimiento.
- j) EL CONCESIONARIO implementará un plan de recojo diario de residuos sólidos generados en cada una de las estaciones y a lo largo del trazado coordinando con los municipios localizados en el área de influencia directa de cada una de las estaciones.



ANEXO 7 - APÉNDICE 2: CRITERIOS PARA LA LIMPIEZA DEL MATERIAL RODANTE

- a) El CONCESIONARIO deberá entregar al servicio vehículos limpios, desodorizados, desinfectados y desinsectizados.
- b) Se entiende por vehículo limpio aquel cuyas superficies internas y externas, accesorios, asientos, respaldares, vidrios, pisos techo y cabinas de conducción, se encuentren libres de polvo, suciedad y manchas de cualquier tipo y origen.
- c) Las tareas necesarias para lograr los resultados indicados deberán efectuarse sin ocasionar molestias o perjuicios al público, no pudiendo realizar labores de limpieza en presencia de los usuarios del servicio. En caso de ser requerida la limpieza en un determinado trayecto, esta deberá ser coordinada y efectuada en la estación de destino al término de dicho servicio.
- d) El CONCESIONARIO efectuará como mínimo dos (02) veces por semana la limpieza profunda y completa de cada unidad, incluyendo el lavado del material rodante, tanto exteriormente como interiormente. Estas acciones no perjudican la ejecución de la limpieza diaria del material rodante.
- e) En caso de presentarse graffitis y publicidades no autorizadas interior y exteriormente en el Material Rodante, el CONCESIONARIO deberá eliminarlas en los plazos que establezca el Regulador.



ANEXO 7 - APÉNDICE 3: PLAN DE PRESTACION DEL SERVICIO REFERENCIAL
(I04-GEN-OPF-I-001, Proyecto Referencial)

La simulación de las operaciones ferroviarias ha permitido verificar la sostenibilidad de los modelos de servicio previstos para la atención de la demanda a lo largo del periodo de Explotación del Sistema Ferroviario, teniendo en cuenta las operaciones en condiciones normales, en modo degradado y de emergencia del sistema.

El modelo de operación y los parámetros que definen los Niveles de Servicio han sido proyectados para la puesta en operación de cada Etapa del Proyecto y como tal se encuentran contemplados en el informe I04-GEN-OPF-I-001. Por lo tanto, EL CONCESIONARIO se obliga a diseñar tanto el Plan de Prestación del Servicio y el Plan de Conservación, teniendo en cuenta estos documentos que forman parte del Proyecto Referencial, los mismos que se describen a continuación:



LINEA 2 - DEMANDA MAXIMA Y PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO

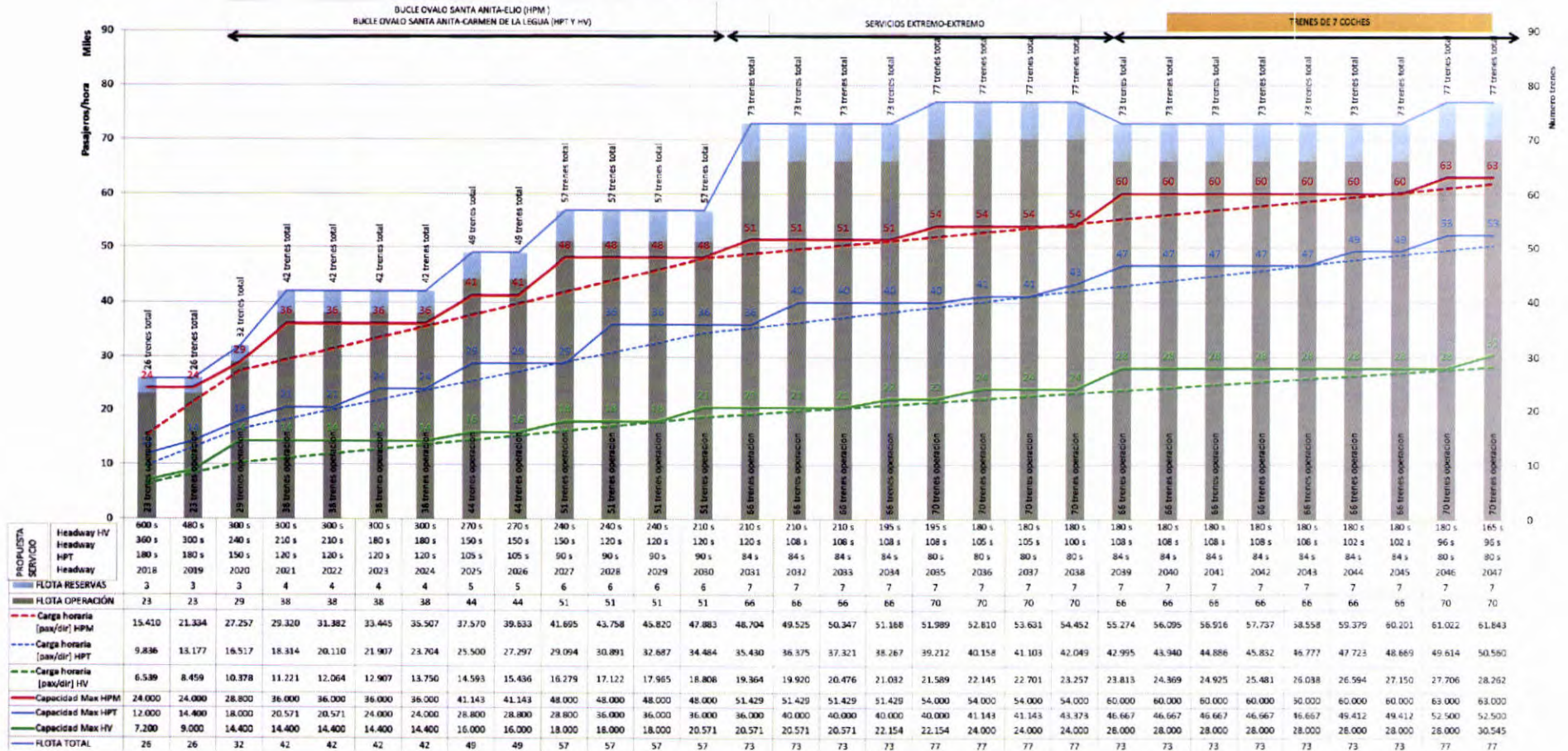


Figura 1: Línea 2 - Demanda máxima y propuesta de niveles de servicio



LÍNEA 2 - KM RECORRIDOS SEGUN PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO

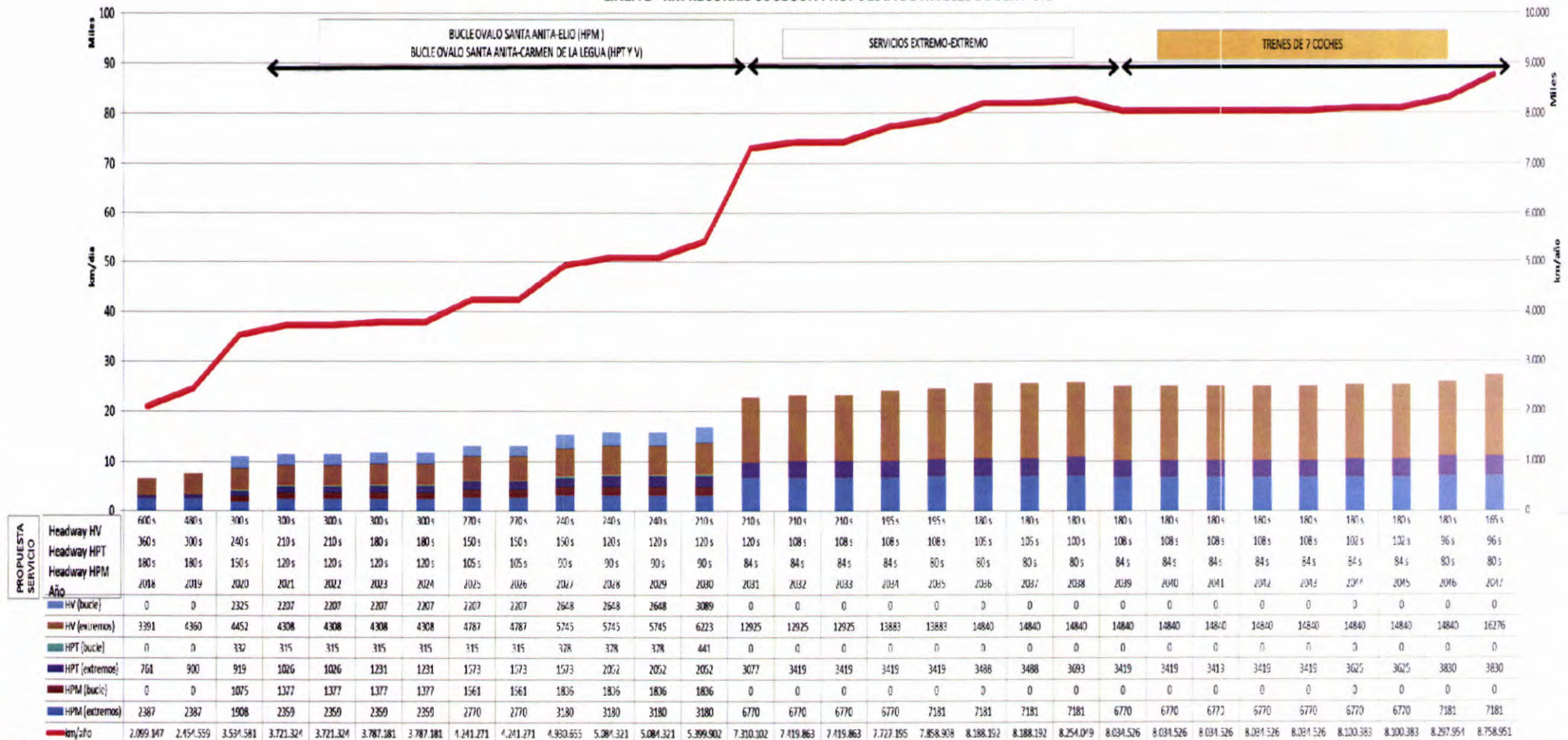


Figura 2: Línea 2 - Km recorridos según propuesta de niveles de servicio



LÍNEA 4 - DEMANDA MÁXIMA Y PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO

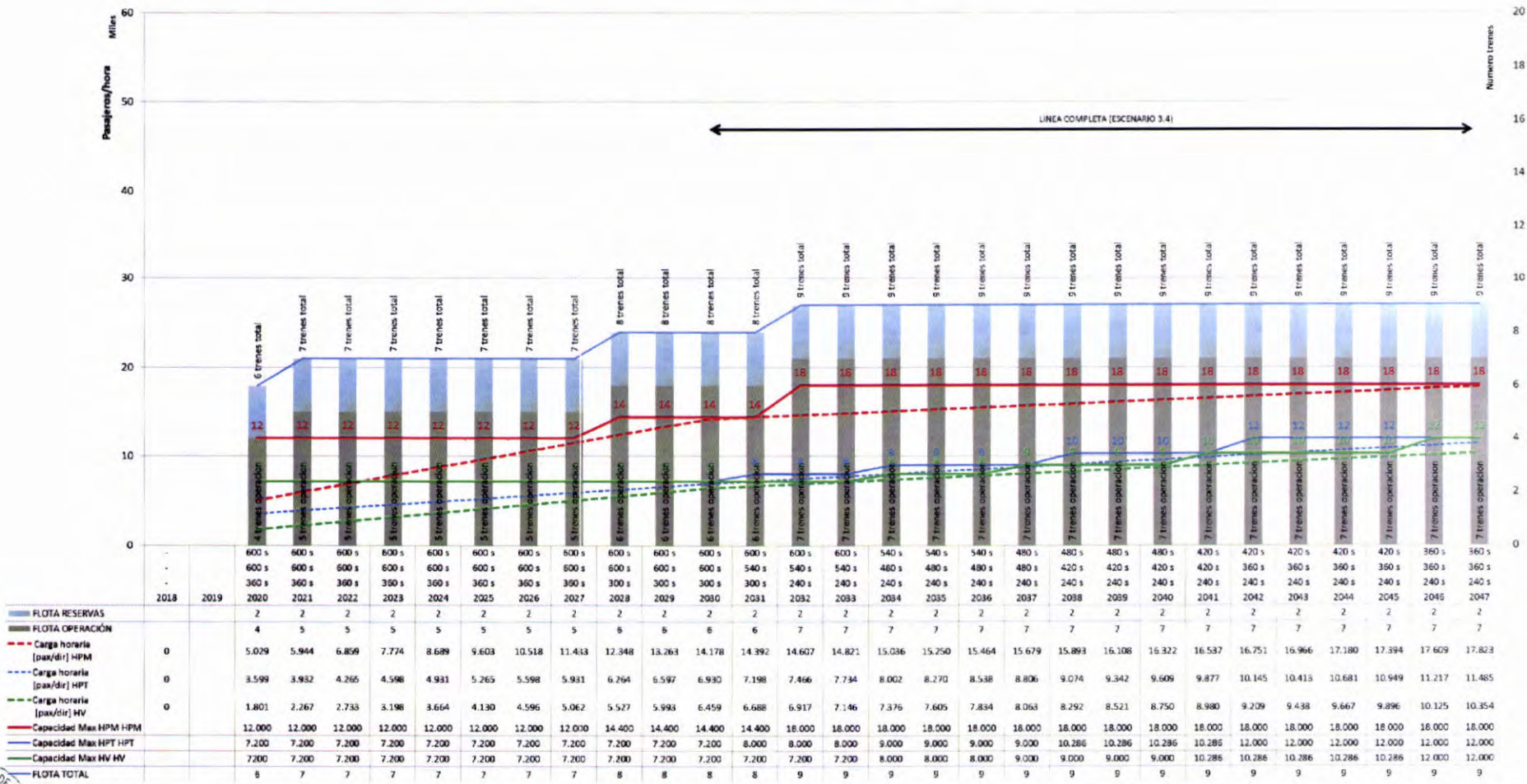


Figura 4: Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta - Demanda máxima y propuesta de niveles de servicio



LINEA 4 - KM RECORRIDOS SEGUN PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO

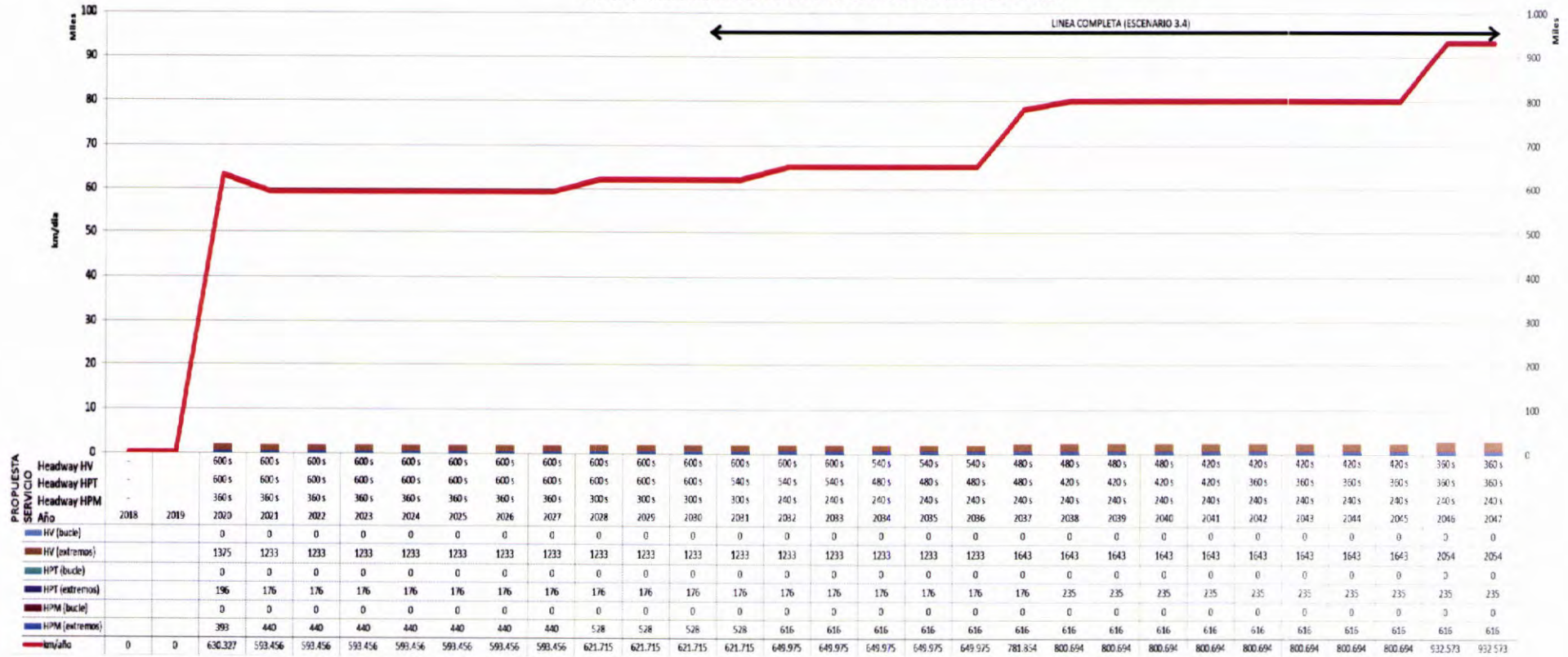


Figura 5: Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta - Km recorridos según propuesta de niveles de servicio



		ETAPA 1										ETAPA POSTERIOR A LA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA RED COMPLETA (INCLUYE RESTO DE LA LINEA 4)																					
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047		
DEMANDA	Headway HPM	HPM TOT	-	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	380 s	
	Headway HPT	HPT TOT	-	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	
	Headway HV	HV TOT	-	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s	600 s
	Carga horaria (pasajeros)	HPM	0	5,029	5,944	6,859	7,774	8,689	9,603	10,518	11,433	12,348	13,263	14,177	14,779	14,370	14,565	14,762	14,962	15,165	15,370	15,579	15,790	16,004	16,221	16,440	16,663	16,889	17,118	17,350	17,585	17,823	
SERVICIO PROPUESTO	Headway servicio (min)	HPM (extremos)	0	2,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
	Headway parte comun (min)	HPM TOT	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
	Capacidad Max HPM	HPM	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	Capacidad Max HV	HV	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200
T rncordo (min)	Linea entera		13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	
	Bucles																																
Frecuencia	HPM (extremos)		10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	HPM (bucle)																																
	HPT (extremos)		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
	HPT (bucle)																																
Tiempo retorno	HPM (extremos)		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	HPM (bucle)																																
N trenes	HPM (extremos)		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	HPM (bucle)																																
	HPT (extremos)		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	HPT (bucle)																																
FLOTA	HPM (extremos)		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	HPM (bucle)																																
	HPT (extremos)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	HPT (bucle)																																
V ocm (km/h)	Extremos		32,73	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	
	Bucle																																
Consumo energia kWh/a	HPM (extremos)		6712	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	9765	
	HPM (bucle)																																
	HPT (extremos)		4356	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606	3606
	HPT (bucle)																																
kWh/a	Extremos		13,982,612	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	13,164,685	
	Bucle																																

Tabla2: Línea 4 - Configuración de los niveles de servicio.

