ANEXO 6 – APÉNDICE 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MATERIAL RODANTE NUEVO

1.1. Objeto del suministro

Suministro de Material Rodante Nuevo, que satisfaga las exigencias de estas Especificaciones Técnicas Básicas.

El CONCESIONARIO podrá presentar alternativas y/o soluciones técnicas diferentes a las aquí especificadas, para la aprobación del CONCEDENTE y el Regulador, siempre y cuando demuestre que lo propuesto cumple o supera las funcionalidades y prestaciones requeridas.

El Material Rodante deberá estar diseñado y fabricado para alcanzar una vida útil igual o superior a 35 años o 4.500.000 km., lo que ocurra primero, garantizando el cumplimiento de los Niveles de Servicio requeridos en el Contrato.

En su Estudio Definitivo, el CONCESIONARIO deberá proporcionar un cronograma detallado y sus gráficas de barra para el suministro del material rodante solicitado, que incluya todas las etapas hasta la entrega del lote completo de trenes y demás suministros previstos en la presente especificación.

Todos los trenes suministrados en cumplimiento de esta especificación deberán ser uniformes, cualquier cambio realizado en los sistemas o en algún equipo deberá ser incorporado en la totalidad de los coches.

Se deberá garantizar la intercambiabilidad de todos los equipos principales y auxiliares, así como las partes de reemplazo entre los trenes motivo de esta especificación.

El CONCESIONARIO será el único responsable de que el estudio, fabricación y ensayos de los trenes y sus componentes respondan satisfactoriamente a las exigencias y requerimientos aquí establecidos. Asimismo, deberá diseñar los trenes buscando lograr el mínimo de los costos durante su ciclo de vida.

En el Estudio Definitivo el CONCESIONARIO propondrá, para la aprobación del CONCEDENTE, el diseño de logotipos y los colores con los cuales serán pintados los coches exteriormente.

El CONCESIONARIO contratará a su costo una auditoría de supervisión de la fabricación del Material Rodante Nuevo informando del desarrollo de estas actividades al CONCEDENTE y Regulador.

1.2. Condiciones Generales de los Trenes

1.2.1 Condiciones Ambientales

La operación de los trenes de la Línea 1 se realizará al aire libre, al nivel del suelo o sobre viaducto, por lo que el material rodante se verá expuesto a las condiciones de una temperatura ambiente poco variable en el curso del año, que puede oscilar entre los 10 a 36°C con una precipitación pluvial anual promedio de 15 mm, concentrada en un período de tres meses, y una humedad relativa promedio del 90% y que alcanza al 100%. De manera particular debe considerarse que se trata de un medio ambiente marino, ya que la ciudad de Lima está ubicada frente al mar, y que, además, su atmósfera está expuesta a altos niveles de contaminación durante una parte significativa del año.

La operación de los trenes de la Línea 1 se realizará al aire libre, al nivel del suelo o sobre viaducto, por lo que el material rodante se verá expuesto a las condiciones antes descritas, debiéndose considerar una temperatura ambiente de operación de los trenes de entre 10 y 35 °C. Sin embargo el material rodante se debe diseñar para soportar un servicio -15° a 45°.

Se deberá garantizar la estanqueidad de todos los elementos que lo requieran (grado IP-55, según normas IEC o equivalentes), a excepción de los bogies que deberán cumplir con el grado IP-45.

También debe considerarse que los vehículos podrán estacionarse por largos períodos al aire libre sin protección específica, por lo que la temperatura en el interior de los coches puede alcanzar los 60 °C.

Sin perjuicio de lo indicado en los párrafos anteriores, las condiciones ambientales se encuentran desarrolladas en la Declaración de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado aprobados por la Autoridad Ambiental Competente.

1.2.2. Vía y Gálibo

El sistema de vía está acondicionado especialmente para permitir el rodamiento y el guiado de los coches por medio de ruedas metálicas. La vía está constituida por rieles y elementos similares a los de una vía férrea clásica, con una trocha estándar de 1.435 mm con tolerancias -2 /+3 mm.

Las condiciones límite del trazo de las vías son las siguientes:

- Rampas y pendientes de hasta 3,5%, pudiendo alcanzar a futuro un máximo de 5% en tramos prolongados de hasta 1.000 m, cuando la Línea se extienda hasta San Juan de Lurigancho.

- Curva continúa de 70 m. de radio, en patio taller de un desarrollo superior a la longitud de dos coches enlazados tangencialmente sin acoplamiento parabólico en los alineamientos que los rodean, comprendiendo éstos, por lo menos, la longitud de un coche. Las curvas son siempre seguidas por un tramo recto de por lo menos 7,5 m antes de la contra curva.

- El peralte en curva, medido sobre la vía férrea, puede alcanzar 140 mm, los enlaces en perfil se efectúan con una inclinación que no exceda del 0,6%. No siempre es posible realizar enlaces parabólicos correctos a las entradas y salidas de curva; por lo que es necesario considerar el caso límite de enlace directo "alineación – curva" para la determinación de los esfuerzos máximos a los que serán sometidos los coches.

- Los andenes de las estaciones tendrán una altura sobre el plano de rodadura de 1.050 ± 5 mm. y estarán construidos normalmente en tramos de alineación recta y horizontal con una longitud mínima de 120 m.

Se debe garantizar que el material rodante a ser suministrado se sujetará a las dimensiones mínimas de obra del tramo construido y que las obras civiles a ser construidas cumplirán con los gálibos máximos del material rodante.

Se deberá presentar todas las dimensiones del material rodante, además de los diseños de los gálibos estático y dinámico, y la memoria de cálculo completa con todos los métodos y criterios adoptados para dichos cálculos.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - Proinversión
JOSELYN DE LA CHERA F.
ASESORA LEGAL

CHRISTIAN GARCÍA-GODOS NARVÁEZ
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
Proinversión

En los gráficos a seguir se muestran los gálibos dentro de los cuales deben quedar inscritas las cajas y los órganos instalados bajo el bastidor. Permiten igualmente determinar las dimensiones a respetar en las maniobras de tramo recto y en curvas, de manera que se aseguren en todas las circunstancias condiciones satisfactorias de seguridad.

Las siguientes figuras son referenciales, el CONCESIONARIO deberá presentar en el Estudio Definitivo los gálibos que garanticen un funcionamiento seguro y adecuado del sistema, con el Material Rodante que proponga.

FIGURA 1. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN RECTA

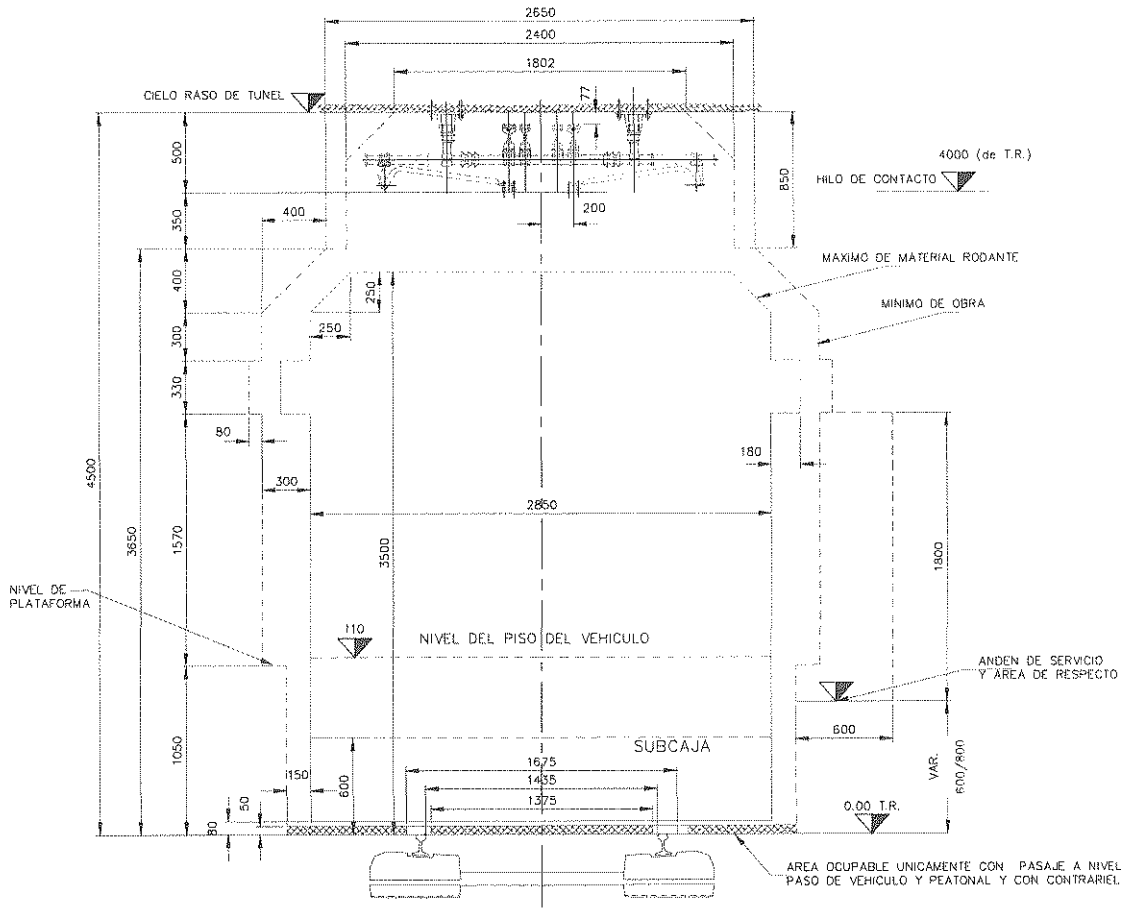
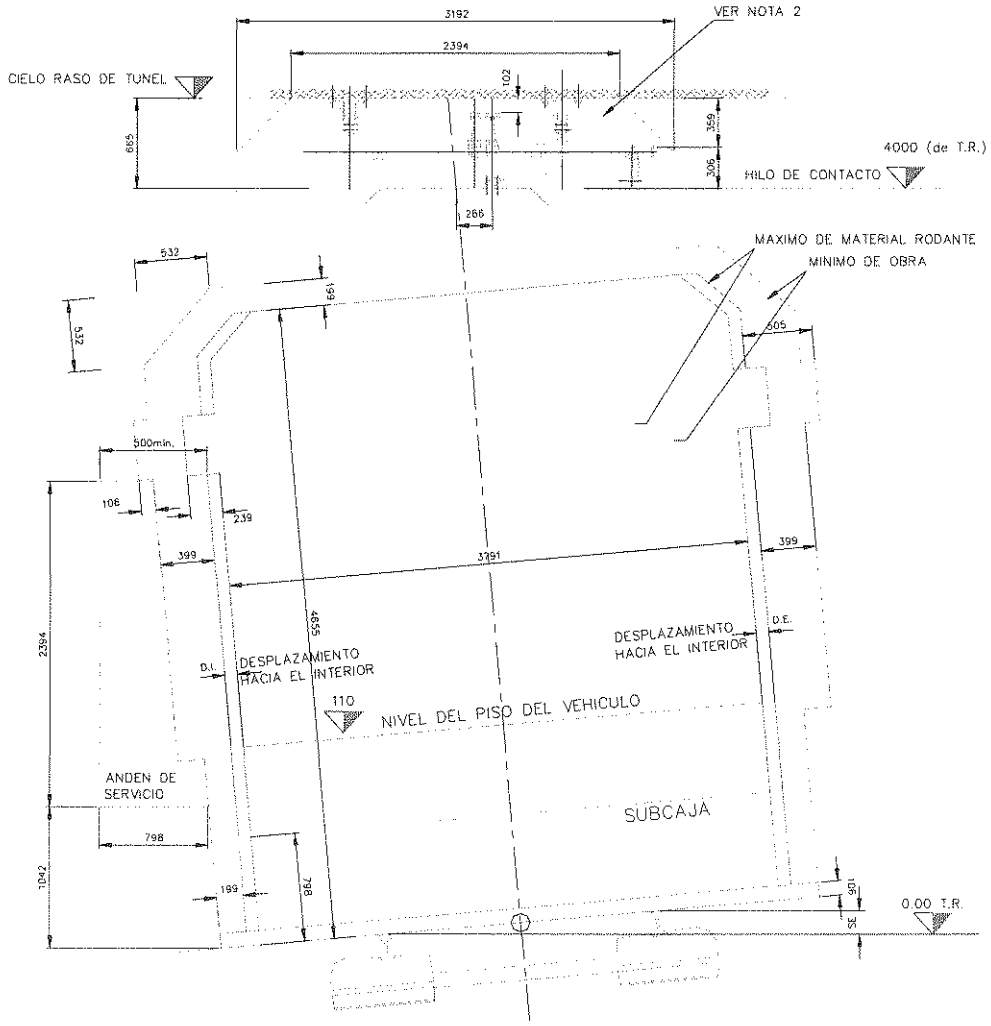


FIGURA 2. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN CURVA



NOTA:

1.- S.E. VARIABLE, MAX. 16cm
2.- D.I. Y D.E. ESTAN EN FUNCION DEL RADIO DE CURVA Y LA DISTANCIA ENTRE EJES

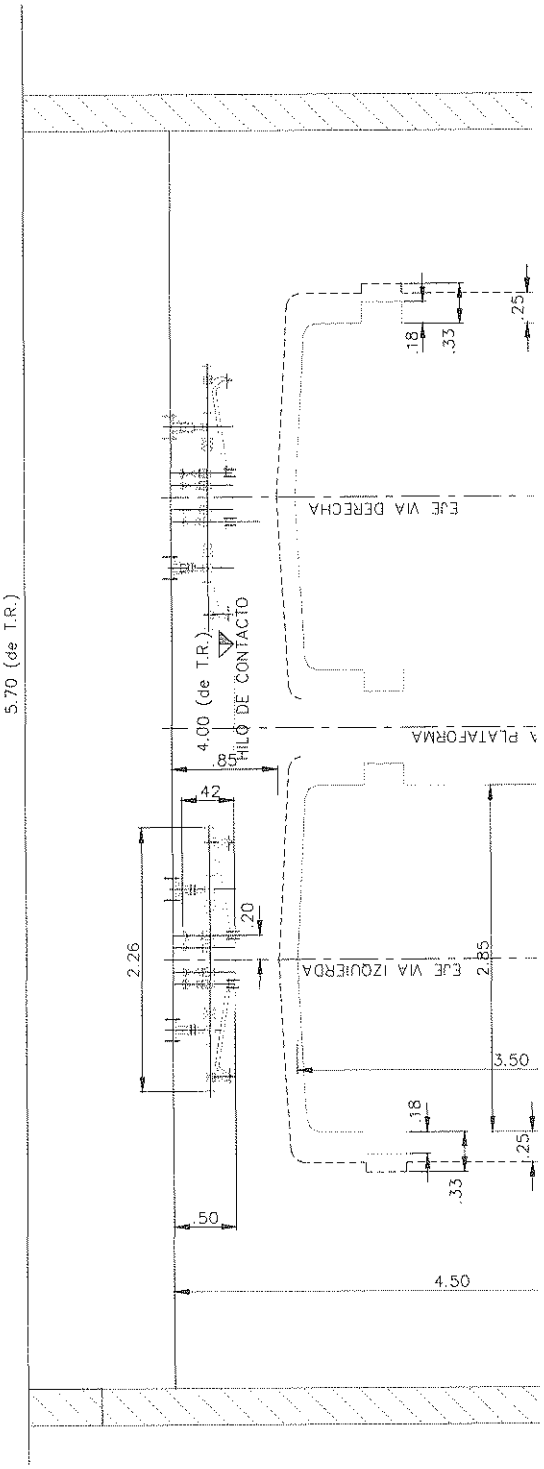
NOTA:

1. – S.E. VARIABLE, MAX. 14 cm.
2. – D.I. Y D.E. ESTAN EN FUNCION DEL RADIO DE CURVA Y LA DISTANCIA ENTRE EJES.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ProInversión - JOSELYN OLAECHEA F. ASESORA LEGAL

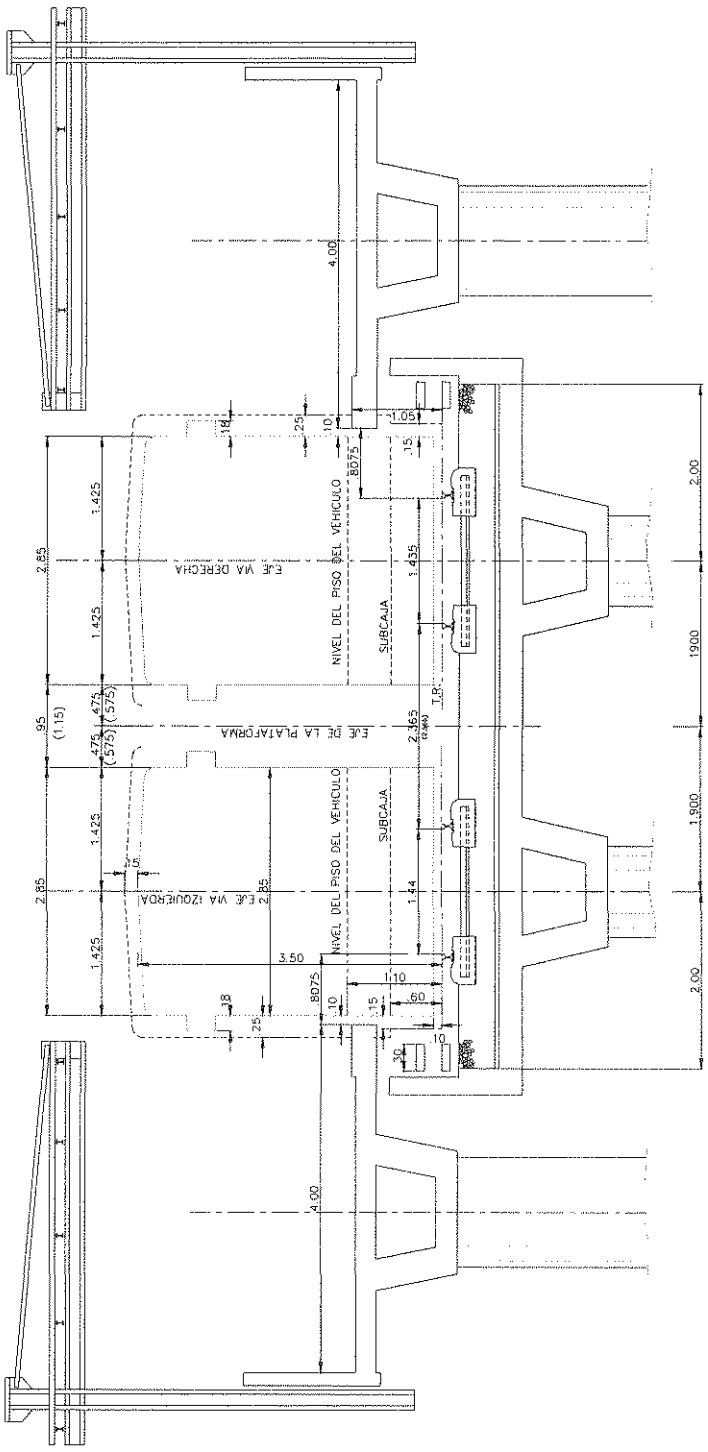
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS - ProInversión - CHRISTY GARCÍA-GODOS RAMÍREZ

FIGURA 3. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN ESTACIÓN (EN SUPERFICIE)



AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ProInversión
JOSELYN OLAECHEA F.
ASESORA LEGAL

FIGURA 4. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN ESTACIÓN (EN VIADUCTO ELEVADO)



AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - Proinversión - JOSELYN OLAECHEA F. ASESORA LEGAL

CHARLY GARCÍA-GODOS NAVEJA - Proinversión - JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS

1.2.3 Tensión de Alimentación

El suministro de la energía eléctrica para la tracción se efectúa a través de una línea de contacto elevada (vía catenaria). La tensión nominal de la corriente en línea es de 1.500 Vcc. Dependiendo de las condiciones de carga de la red, esta tensión puede elevarse a 1.800 Vcc, descender aproximadamente a 1.050 Vcc y pasar bruscamente de uno de estos valores al otro. Los trenes deberán funcionar perfectamente en este intervalo de tensión.

La tensión continua de tracción, 1.500 Vcc, es distribuida por los cables aéreos que operan como polo positivo, y es captada por una escobilla montada sobre el pantógrafo de los coches con motor. El polo negativo de retorno de corriente lo constituyen los rieles de la vía férrea.

1.2.4 Composición de los Trenes, Dimensiones, Peso y Capacidad

El Tren Unidad Eléctrica (TUE) será funcionalmente independiente, cada TUE, en adelante Tren, deberá tener cabina de conducción en los extremos, contará con dos pantógrafos, equipamiento electromecánico de marcha, frenado y servicios auxiliares y deberá tener acopladores automáticos en ambos extremos.

El número de trenes a suministrar por el CONCESIONARIO será de 11 **trenes como mínimo de 5 coches** cada uno para la operación del Tramo 1. Para la operación del Tramo 2 deberá suministrar adicionalmente **8 trenes como mínimo de 5 coches cada uno.** Esto supondrá una flota mínima de coches nuevos suministrados por el CONCESIONARIO de **19 trenes como mínimo de 5 coches cada uno**.

Cada uno de los coches deberá tener una capacidad mínima de 200 pasajeros (entre sentados y de pie) a capacidad de carga máxima, calculada con una densidad de 6 pasajeros de pie por metro cuadrado.

La longitud máxima de un tren, (formado varias TUEs – Tren Unidad Eléctrica) no podrá ser superior a 110 m.

Todos los coches en su interior serán similares.

A continuación se muestran las principales dimensiones a considerar para los coches:

Ancho máximo de la caja de un coche:	2.850 mm.
Altura del piso del coche por encima de la superficie de rodamiento (rango permitido):	1.100 a 1.130 mm.
Altura mínima de la línea de contacto existente	3.940 mm.
Altura máxima de la línea de contacto existente	4.700 mm.
Radio mínimo de curva	70,00 m.

Nota: *Las alturas mínima y máxima de la línea de contacto existente se indican como referencia.*

El CONCEDENTE realizará los trabajos necesarios para nivelar a 4.000 mm la altura mínima de la línea de contacto existente antes de la Toma de Posesión.

El CONCESIONARIO deberá garantizar el aislamiento de seguridad entre la línea de contacto y la parte más alta del techo de los coches, para lo cual podrá aplicar distancias mínimas de seguridad u otras soluciones técnicas debidamente sustentadas y comprobadas en su Estudio Definitivo.

En el Estudio Definitivo se indicarán los datos del peso de cada tipo de coche, y su "capacidad de carga máxima" (ccm) en las siguientes condiciones de 3/4 de la ccm, 4/4 de la ccm (carga nominal) y 4/3 de la ccm (sobrecarga excepcional), considerando un peso medio por pasajero de 70 kilogramos. Para tal efecto deberá considerar la ccm con una densidad de 6 pasajeros de pie / m2.

El peso de los coches con sobrecarga excepcional no deberá ser superior a la carga máxima de 12,00 ± 3,0% toneladas por eje.

El CONCESIONARIO deberá justificar con un análisis de cálculo estructural cualquier variación por encima de la carga máxima por eje definida en el párrafo precedente.

La instalación y la disposición de los asientos deberán optimizar la capacidad, la comodidad y el tiempo de entrada y salida de los usuarios. Para cumplir con este propósito, se deberá considerar una disposición lateral de los asientos.

1.2.5 Normas

Las normas que se aplicarán al estudio, fabricación, reparación y ensayos de los vehículos serán de carácter internacional.

1.2.6 Interferencias Electromagnéticas

Los trenes y sus equipos no deben ser perturbados por los campos electromagnéticos conducidos y radiados por los diversos sistemas de información, control o mando existentes en las instalaciones fijas, ni viceversa, así como por fuentes externas. Se exige el cumplimiento de las normas IEC 50, 801, CISPR 11 o equivalente.

1.3 Características de los Trenes

En esta sección se describen las condiciones, tanto nominales como excepcionales, bajo las cuales operarán y darán servicio los trenes.

1.3.1 Velocidad

En recta y a nivel, la velocidad máxima impuesta a los trenes debido a la línea será igual o superior a 80 km/h. En curva, la velocidad máxima será determinada de forma tal que, tomando en cuenta el peralte local, los coches circulando a esta velocidad sean sometidos a una fuerza centrífuga de aceleración máxima de 0,1 g (g = 9,81 m/s2).

1.3.2 Tracción y Frenado

Las exigencias dinámicas de tracción y frenado para un tren se especifican a continuación, en cumplimiento de las hipótesis de tensión nominal de alimentación, vía recta y horizontal, y rieles secos.

ASESORA LEGAL
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS

El tren, cualquiera que sea su composición, con carga nominal (4/4 de la ccm) deberá alcanzar 40 km/h en 13 segundos máximo, y 72 km/h en 35 segundos máximo, los tiempos se miden a partir de que se ordena la tracción.

La aceleración máxima en tracción no será inferior de 1,0 m/s2, en cualquier condición de carga, y deberá existir la posibilidad de ajustes para la misma desde 0,6 m/s2 hasta 1,0 m/s2. El frenado eléctrico regenerativo deberá producir una desaceleración máxima no menor de 1,0 m/s2, constante e independiente de la velocidad del tren.

El sistema de control permitirá una aceleración y desaceleración independiente de la carga.
El tren deberá estar en capacidad de recorrer vías con rampa y pendiente máxima de 5% en tramos prolongados de hasta 1.000 m con pasajeros.

El CONCESIONARIO deberá incluir en su Estudio Definitivo los cálculos y simulaciones que demuestren el cumplimiento de estos requerimientos.

Frenado Eléctrico

El frenado eléctrico regenerativo deberá producir una desaceleración máxima no menor de 1,0 m/s2, constante e independiente de la velocidad del tren

El frenado eléctrico deberá actuar hasta el mínimo de 12 km/h, siendo sustituido por el frenado neumático, respetando el Jerk. Esta sustitución se realizará de tal manera que la desaceleración no sufra cambios durante la transición. En todos los casos en los que se demande una desaceleración mayor que el máximo que el motor pueda proporcionar, el frenado eléctrico se complementará con frenado neumático.

Para los casos en que, por cualquier causa, el frenado eléctrico no sea capaz de suministrar la desaceleración requerida en uno o más coches, éste será sustituido o complementado por el frenado neumático en el coche afectado, sin que se presente un cambio en la desaceleración al momento de la sustitución.

Freno Reostático

El sistema deberá incluir frenado reostático, con una capacidad mínima del reóstato tal que permita frenar al tren, con una desaceleración de 0,32 m/s2 a partir de una velocidad de 75 km/h, con carga de 3/4 de la ccm.

Con el propósito de obtener las máximas ventajas de recuperación de energía, el sistema deberá contar con un equipo de control que vigile en todo momento la receptividad de la línea durante el frenado, utilizando al máximo las posibilidades de este modo de frenado e inhibiendo la regeneración, en caso de corte de la alimentación a tracción.

El esfuerzo eléctrico de frenado regenerativo debe ser prioritario sobre los esfuerzos reostático y mecánico (neumático). El esfuerzo de frenado eléctrico reostático, deberá ser prioritario al esfuerzo de frenado mecánico (neumático), en caso de que el frenado regenerativo no sea posible.

En cada una de las posiciones de frenado, el tren suministrará las desaceleraciones siguientes para los estados de carga que se indica:

- Para el grado de frenado de emergencia (FE): Será un valor fijo en el rango de 1,3 a 1,5 m/s^2 en plano horizontal, para cualquier condición de carga del tren. Su operación será exclusivamente neumática. La desaceleración ofrecida, en el rango de 1,3 a 1,5 m/s², deberá ser considerada desde el inicio de la aplicación del frenado hasta la parada del tren, para cualquier velocidad.
- Para el grado máximo de servicio (F6): Será un valor no menor de 1,2 m/s^2 en terreno plano para cualquier condición de carga del tren. Su operación será conjugada, es decir, eléctrica y neumática, o sólo neumática.
- Para el grado mínimo de servicio (F1): Será un valor no menor de 0,20 m/s^2 en terreno plano para cualquier condición de carga del tren. Su operación será conjugada, es decir, eléctrica y neumática, o sólo neumática.

Para las posiciones intermedias, aquellas entre el frenado mínimo y el frenado máximo de servicio, aun cuando el control deberá ser siempre continuo, se requiere una variación de desaceleración que sea proporcional al desplazamiento del manipulador entre las dos posiciones mencionadas.

En tracción y frenado de servicio el jerk deberá ser menor a 0,8 m/s3 con carga de 4/4 de la ccm. En frenado de emergencia el jerk deberá ser menor a 1,4 m/s3 con carga de 4/4 de la ccm. Para garantizar mejores condiciones de tracción y frenado, en condiciones de baja adherencia, se integrará en los equipos de tracción y frenado un sistema antipatinaje y antideslizamiento electrónicamente controlado.

Se incluirá un sistema de corrección automática de la tracción y del frenado en función de la carga del tren para mantener constantes las reacciones dinámicas del vehículo. Esta condición se expresa en términos de la carga por bogie, que se obtendrá midiendo la presión media procedente de los elementos de la suspensión neumática del bogie. Se deberá incluir en el Estudio Definitivo la descripción del sistema con que se logrará la corrección automática. El freno de emergencia deberá ser activado para la posición de freno de emergencia del controlador maestro y/o por una llave independiente en la cabina. El frenado de emergencia se deberá activar siempre cuando haya desacoplamiento accidental de coches.

Se deberá informar el tiempo de respuesta del equipamiento de freno, considerando los componentes y equipamientos en condiciones de máximo desgaste.

Se deberá presentar las curvas de esfuerzo de tracción por velocidad y de aceleración por velocidad, para las condiciones de coche vacío y coche cargado, para tensiones de línea mínima, nominal y máxima.

1.3.3 Consumo de Energía eléctrica

El consumo de energía de los trenes propuestos deberá contemplar la capacidad de suministro de energía eléctrica de las subestaciones rectificadoras existentes y por construir.

Defínase el índice de consumo específico de energía eléctrica como:

$$I = \frac{Energia\_electrica\_consumida\_por\_el\_tren\_en\_un\_trecho(enWh)}{Masa\_del\_tren(en\_toneladas)\_x\_longitud\_del\_trecho(Km)}$$

El índice deberá ser calculado de acuerdo con las siguientes premisas:

- Longitud del trecho igual a 1 km;
- Vía en línea recta y a nivel;
- Los coches del tren con carga de 6 pasajeros por m2;
- Velocidad máxima en el trecho de 80 km/h;
- El tren necesariamente deberá alcanzar esta velocidad y mantenerla hasta iniciar el frenado de parada;
- Máxima aceleración de partida;
- Máxima desaceleración de frenado;
- No considerar la energía regenerada;
- No considerar la energía consumida en los sistemas auxiliares;
- Tensión de red en 1500 vcc;

El fabricante deberá indicar el índice de consumo específico de los trenes propuestos, el mismo que no podrá superar 80 Wh/Ton-Km, tomando en cuenta que en las simulaciones de consumo eléctrico elaborado por el consorcio Tralima, para el tramo "Villa El Salvador – Hosp. Dos de Mayo", con frecuencia de 210 segundos, el índice de consumo específico era de 70 Wh/Ton-Km

1.3.4 Freno de Estacionamiento

El freno de estacionamiento deberá de impedir, de manera absoluta, el desplazamiento del tren bajo el efecto de la fuerza de gravedad hasta de una rampa de 5% cuando esté detenido con pasajeros. Esta inmovilización debe estar asegurada en las condiciones más desfavorables que puedan presentarse, incluyendo un freno de estacionamiento fuera de servicio. El freno de estacionamiento deberá ser aplicado por esfuerzo de un muelle mecánico y desaplicado por aire comprimido.

1.3.5 Ciclos de Servicio

Las prestaciones del Servicio en la Línea 1 están definidas en el Contrato de Concesión. La velocidad media comercial de los trenes en la línea está calculada en 35,0 km/h. El kilometraje recorrido anual promedio debe definirse en el Estudio Definitivo.

Asimismo, en el Estudio Definitivo se deberá incluir los resultados de las simulaciones correspondientes a los ciclos de servicio para la línea completa.

En caso de existir un tren inmovilizado antes de llegar a una estación y no pueda reiniciar la marcha por sus propios medios, será desalojado y auxiliado por otro tren que, en vacío, se acoplará a él para retirarlo del servicio. Las exigencias de la tracción deben ser tales que el tren en vacío pueda empujar o jalar al tren auxiliado por la máxima rampa y con radio de curvatura mínimo.

En caso de aislamiento del freno eléctrico de un coche motor, las exigencias globales del frenado del tren se conservarán debido a la sustitución del frenado eléctrico por el frenado neumático del coche afectado. Las dimensiones de los discos de freno deberán establecerse teniendo en cuenta que esta condición podrá prevalecer hasta por 2 horas en servicio con sobrecarga excepcional (4/3 de ccm).

1.3.6 Ruidos y Vibraciones

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.

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 sónico, pantallas o suspensiones elásticas. Estos elementos se fabricarán en materiales ignífugos y, además, de conformidad con la norma NF F16-101.

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.

Para tales efectos, el CONCESIONARIO deberá considerar lo establecido en el Plande Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado.

Nivel de Ruido Producido en Campo Libre por un Tren:

Se deberá garantizar que, en el tren suministrado, el nivel de ruido continuo equivalente durante el tiempo de paso de un tren que circula en condiciones de campo libre, medido a 7,5 m del eje de la vía, según define la norma nfs 31-019, no excederá los 80 dBA a una velocidad estabilizada de 60 km/h ± 5%.

Nivel de Ruido en el Interior de los Vehículos:

En el interior de los vehículos, el nivel del ruido no excederá los 74 dBA en las condiciones de: Velocidad de 50 km/h, nivel tangente y planos, vía férrea de rieles continuamente soldados, todas las puertas y ventanas cerradas, medidas a 1.200 mm del piso y 250 mm de las paredes.

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.

1.3.7 Requisitos de calidad y confiabilidad

Las partes estructurales de los coches deberán tener una vida útil mínima de 35 años

Ciclos de mantenimiento

La inspección periódica o ciclo de mantenimiento preventivo deberá ser realizado preferentemente cada 24.000 km de operación.

La periodicidad de la inspección de seguridad (visual) debe de ser determinada por el fabricante.

El ciclo de revisión general deberá ser de 1.200.000 km de operación. Todos los equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos deberán tener sus mantenimientos preventivos en intervalos iguales o múltiplos de la inspección periódica.

Se deberá suministrar por el fabricante un plan de Conservación donde se deberá contar los procedimientos de todas las actividades preventivas con sus respectivos intervalos de ejecución.

Índices de confiabilidad.

La confiabilidad, es la capacidad de un ítem de desempeñar funciones específicas, sobre condiciones determinadas, por un intervalo de tiempo o kilometraje determinado.

La confiabilidad será medida por el MKBF (Mean Kilometres Between Failure - kilometraje medido entre fallas)

MKBF= Kilometraje acumulado del Material Rodante / Numero de fallas

Una falla es el término de la capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, que afecte sustancialmente el servicio de un tren, es decir que cause su puesta fuera de servicio.

Las fallas secuenciales no serán consideradas como relevantes para la validación de la confiabilidad, ya que podrían causar un efecto "en cascada" (interdependientes)

El fabricante deberá garantizar el índice de confiabilidad MKBF de cada sistema para toda la flota. Para la verificación de los MKBF, deberán ser consideradas todas las fallas que interfieran en la operación comercial del tren, sin considerar el tiempo de restablecimiento.

Considerando como referencia un kilometraje medio anual de 150.000 km por tren, los valores esperados de MKBF serán:

Sistema	MKBF (km)
Caja Cabina, consola, salón, bancos, cerraduras, paneles de revestimiento, piso, agarraderas, pasamanos, etc	240.000
Freno Comando, unidad operante, deslizamiento y patinamiento, freno de estacionamiento, sistema neumático, etc.	200.000
Iluminación y anunciadores Reactores, inversores, instrumentación de consola, indicadores de destino, etc.	90.000
Equipamiento Eléctrico Pantógrafos, disyuntores principales, inversores (onduladores IGBT), batería, rectificadores, etc.	120.000
Propulsión Comando, motores de tracción, inversores de marcha, contactores, etc	80.000
Puertas Comando, mecanismos, hojas de puertas, etc	120.000
Suministro de aire Compresores, desumidificadores, comando, etc.	240.000
Climatización Compresores, condensadores, evaporadores, etc	120.000
Difusión sonora	180.000

Controles, fuentes, amplificadores, etc.	
Acoplamientos Enganches, conexiones, cabos, tomadas, etc.	1.200.000
Bogies Estructura, suspensiones, ruedas, reductores, mecanismo de freno, etc.	600.000
Sistema de control del Tren "Data-Bus"	250.000

En caso que los valores de confiabilidad especificados no sean alcanzados, el CONCESIONARIO deberá justificar técnicamente las razones de ello, en su Estudio Definitivo.

1.4 Bogies

1.4.1 Características Generales

Los bogies deberán cumplir con los requerimientos técnicos - funcionales siguientes:

- Los bogies que se proponga deberán estar preparados para poder cumplir con las características indicadas el material rodante de esta especificación técnica
- El Bastidor deberá ser fabricado con piezas de acero soldado. , Los cordones de soladura deberán ser rectos de curvatura muy progresiva, se evitará la unión de tres cordones, y cuando no sea posible se interrumpirá practicando un agujero rectificado en el vértice del triedro formado.
- Deberán cumplir las prestaciones indicadas en cuanto a condiciones de resistencia y calidad de marcha de los trenes que en él se indican.
- Los bogies que se proponga deberán tener buenas características de marcha en todas las velocidades hasta la máxima, baja agresividad a la vía, esfuerzos reducidos de inscripción en curva, cadena de transmisión del esfuerzo semi-suspendida, reparto uniforme de peso entre las ruedas y alto aprovechamiento de la adherencia rueda - carril.
- Serán bogies bimotores, cuyo montaje podrá ser enteramente suspendido. La suspensión primaria mediante amortiguadores caucho-acero o tipo "sandwich" en láminas de acero con goma y la secundaria neumática. El acoplamiento de los motores al eje podrá ser del tipo cardan paralelo y engranaje flexible tipo WN o del tipo acoplamiento dentado tipo homocinético.
- Los bogies deberán permitir el torneado de ruedas con un torno en fosa, para lo que dispondrán de los correspondientes amarres en las cajas de grasa (chumaceras).
- Los bogies deberán requerir un mantenimiento reducido, para lo que habrá de tenerse en cuenta los puntos siguientes:
- Simplicidad en el montaje de la caja sobre los bogies.
- Ausencia de elementos sometidos a fricción.
- Accesibilidad a los distintos componentes del bogie y, en especial, a los motores de tracción, de modo que su desmontaje sea sencillo y sin levantar la caja.
- Dilatados períodos de engrases consecutivos y, cuando esta operación sea necesaria, por ejemplo en reductores, transmisiones, etc., superiores a los 100.000 km.
- Los intervalos de revisión general de los bogies serán lo más espaciados posible, debiendo ser como mínimo de 700.000 km.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ProInversión - JOSELYN OLAECHEA F. ASESORA LEGAL

CHRISTY GARCÍA-GODOS NAVEIRA JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS ProInversión

- Los bogies de los coches motores y remolques tendrán diferencias mínimas debiéndose poder convertir fácilmente unos en otros. Como mínimo, deberán tener idénticos los bastidores.
- Los bogies, así como los distintos elementos de su construcción, deberán ser intercambiables entre sí.
- Con el Estudio Definitivo deberán presentarse, como mínimo, la documentación y cálculos previos que a continuación se indican:
- Planos de conjunto y detalles de los bogies que se estimen convenientes para la mejor comprensión del bogie que se ofrece.
- Peso y características principales de los bogies.
- Cálculos dinámicos de estabilidad del vehículo a la velocidad máxima (no inferior de 80 km/h), con perfiles de rodadura nuevos y usados.
- Cálculo previo de las frecuencias propias de las suspensiones vertical y transversal.
- Flexibilidad vertical y transversal de las suspensiones y frecuencia de resonancia.
- Cálculo previo del cuerpo de eje.
- Cálculo de la vida de los rodamientos de las cajas de grasa (chumaceras).
- Cálculo de las prestaciones del freno de servicio y del freno de estacionamiento.
- Siempre que sea posible, el motor de tracción admitirá engrases a realizar desde la fosa, mediante el uso de engrasadores apropiados. La unión caja - bogie se realizará por corona de bolas.
- Al menos se dará dos tipos homologados de aceite, fácilmente localizables en el mercado.
- El bastidor, el travesaño y demás piezas del bogie deberán estar eficazmente protegidos contra la oxidación mediante un proceso de pintado adecuado, debiéndose indicar en el Estudio Definitivo el proceso previsto y el tipo de pintura que se va a utilizar.
- En los lados del bogie y sobre los largueros se colocarán las placas del fabricante así como la de identificación, en la que deberá figurar el anagrama del operador, año de fabricación y el número de serie.
- Las placas serán metálicas y estarán fijadas convenientemente de modo que se evite su pérdida o caída a la vía.
- Los bogies deberán tener especial resistencia al desgaste en elementos embocinados o roscados.
- Las cargas que se deberán tener en cuenta como hipótesis para el cálculo serán las estipuladas para las características de los trenes en estas especificaciones técnicas. Las pruebas estáticas y dinámicas se realizarán conforme a la Norma UIC 515, o equivalente.

Tensiones máximas admisibles

Los cálculos de la estructura del bogie se efectuarán por el método de los elementos finitos, bajo dos hipótesis básicas de cargas a aplicar:
Para condiciones excepcionales, como es el caso de impactos longitudinales o transversales accidentales, la estructura no debe presentar deformaciones permanentes. En ellas, la tensión de comparación corresponde al límite elástico del material utilizado.

Para condiciones de servicio repetitivas que hacen trabajar el material de fatiga. Para esta situación que es la más habitual, las tensiones de la estructura resultantes de las diferentes combinaciones de cargas se compararán con el límite de fatiga del material, de acuerdo con el diagrama de Goodmann o de seguridad del acero en cuestión, teniendo en cuenta la

alternancia de las cargas y los defectos de reducción del límite de fatiga por efectos de la soldadura.

El diagrama que se utilizará será el de seguridad que figura en el documento ore B12, Reporte 17, o equivalente, correspondiente a esta calidad de acero, que es de aplicación para estructuras ferroviarias soldadas, en el que se tienen en cuenta tanto la influencia de las soldaduras sobre los límites admisibles, como un coeficiente de seguridad del 50%.

Para calcular el valor medio de la tensión, así como de su alternancia, se tomarán los resultados de la aplicación de las cargas verticales y transversales en condiciones de carga normal, con los criterios establecidos en la Norma UIC 515 o equivalente, tomando para el cálculo de las cargas los coeficientes de □ = 0,15 y ß = 0,35.

1.4.2 Bastidor del Bogie

Deberá ser de construcción completamente soldada. Las diversas secciones de los elementos que lo componen se diseñarán de modo tal que el bastidor resulte ligero y robusto al mismo tiempo.

El material del bastidor será básicamente chapa de acero laminada (LAHT – low alloy high tensile) pudiendo ser el de los soportes o accesorios acero moldeado o forjado. En cualquier caso, deberá ser de buena soldabilidad y adecuado para el tipo de construcción prevista. En el Estudio Definitivo se indicará el tipo de material así como sus características mecánicas, especificaciones de reparación, etc. y su límite de fatiga. La geometría del bastidor se diseñará de modo que se produzca un reparto racional de los esfuerzos, evitando en general la concentración de los mismos y, en particular, en los puntos de unión entre piezas, así como en la unión de largueros con traviesas intermedias y con cabeceras, en su caso. El bastidor deberá ser del tipo de ruedas internas.

Se evitará los cambios bruscos de sección del bastidor que pudieran ser origen de concentración de tensiones elevadas. Las soldaduras del bastidor deberán ser controladas por un procedimiento contrastado (rayos X, ultrasonido o partículas magnéticas), a fin de comprobar su sanidad.

En la fabricación se tenderá a eliminar las soldaduras en posición diferente a la horizontal en suelo, debiendo en cualquier caso efectuarse una correcta preparación de los bordes de las piezas antes de soldar (chaflanes, separación entre piezas, etc.).

En la fase de fabricación y antes de comenzar ésta se definirá los parámetros correspondientes a cada una de las soldaduras, debiéndose efectuar pruebas de soldadura de las principales uniones del bogie a fin de comprobar la correcta elección de parámetros. Estas pruebas se repetirán, de forma esporádica y a requerimiento de la inspección.
Los soldadores que intervengan en la reparación de los bastidores y travesaños deberán estar homologados según norma UIC 897-11 u otra equivalente para los distintos tipos de soldadura que se debe efectuar.

En el bastidor se incorporarán los soportes de los diferentes elementos del bogie, tales como motores, guiado de ejes, timonería de freno, cilindros de freno, etc.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA – ProInversión – JOSELYN OLAECHEA F. ASESORA LEGAL

CHRISTY GARCÍA GODOS MANCEDA JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS ProInversión

El bastidor dispondrá de elementos de amarre, en los extremos de los largueros, para realizar el transporte del bogie en los talleres, por medio de tractor o cabrestante.

En el Estudio Definitivo se indicará el material utilizado para los principales soportes del bogie, así como sus características mecánicas, especificaciones de fabricación, etc. y el límite de fatiga.

Las principales soldaduras del bastidor deberán ser controladas por un procedimiento contrastado (rayos X, ultrasonido o partículas magnéticas), a fin de comprobar su sanidad. En el Estudio Definitivo se indicará el procedimiento que se propone para esta inspección.

Sobre uno de los primeros bastidores de bogie que se fabrique se realizarán ensayos extensométricos, para verificar las tensiones de trabajo correspondientes a las diferentes hipótesis de carga, así como ensayos de fatiga para comprobar su idoneidad para los esfuerzos a que va a estar sometido durante el servicio al que está destinado.

1.4.3 Eje Montado

Se considera eje montado al conjunto formado por un cuerpo de eje y sus dos ruedas caladas a presión sobre él. Las ruedas, así como los demás elementos que pueden ir calados a presión sobre el eje deberán estar provistos de los correspondientes orificios de decalaje por presión de aceite.

La resistencia eléctrica de los ejes montados será inferior a 0,01 ohmios, según norma UIC 512 o equivalente.

Cuerpo del Eje

Será recto, de acero forjado y laminado según Especificación UIC 811 o equivalente. En el Estudio Definitivo se indicará sus características, el material elegido, su tratamiento, las especificaciones de fabricación, ensayos y pruebas que se aplicarán. Las dimensiones se determinarán de acuerdo con los esfuerzos que debe soportar, debiéndose presentar, como se ha indicado anteriormente, los cálculos preliminares de resistencia del mismo. Estos cálculos se revisarán en la fase de proyecto de acuerdo con los datos concretos del mismo. El diseño del eje será tal que permita su inspección mediante ultrasonido durante el servicio sin que sea necesario su desmontaje del bogie. Con la documentación requerida se entregará el reflectograma estándar para este tipo de eje.

Los Rodamientos de Ejes

Los rodamientos acomodados en la caja serán de rodillos normalizados para ferrocarril del tipo rodamiento en paquete cerrado de 120 mm de diámetro.

Ruedas

Las ruedas serán fabricadas de una pieza forjada, de acuerdo con la especificación UIC 812-128 o equivalente, permitiendo el montaje de los discos del freno de ser el caso.

En el Estudio Definitivo se indicará el material para la fabricación de las ruedas, el cual será elegido teniendo en cuenta las cargas a soportar, el tipo

de freno que se adopte y buscando obtener un recorrido entre retorneados lo mayor posible. Se fijará como objetivo conseguir recorridos mínimos entre una vida de ruedas por encima de 600.000 km.

El diámetro de la rueda nueva no podrá exceder de 840 mm., y con máximo desgaste no deberá ser inferior de 740 mm.

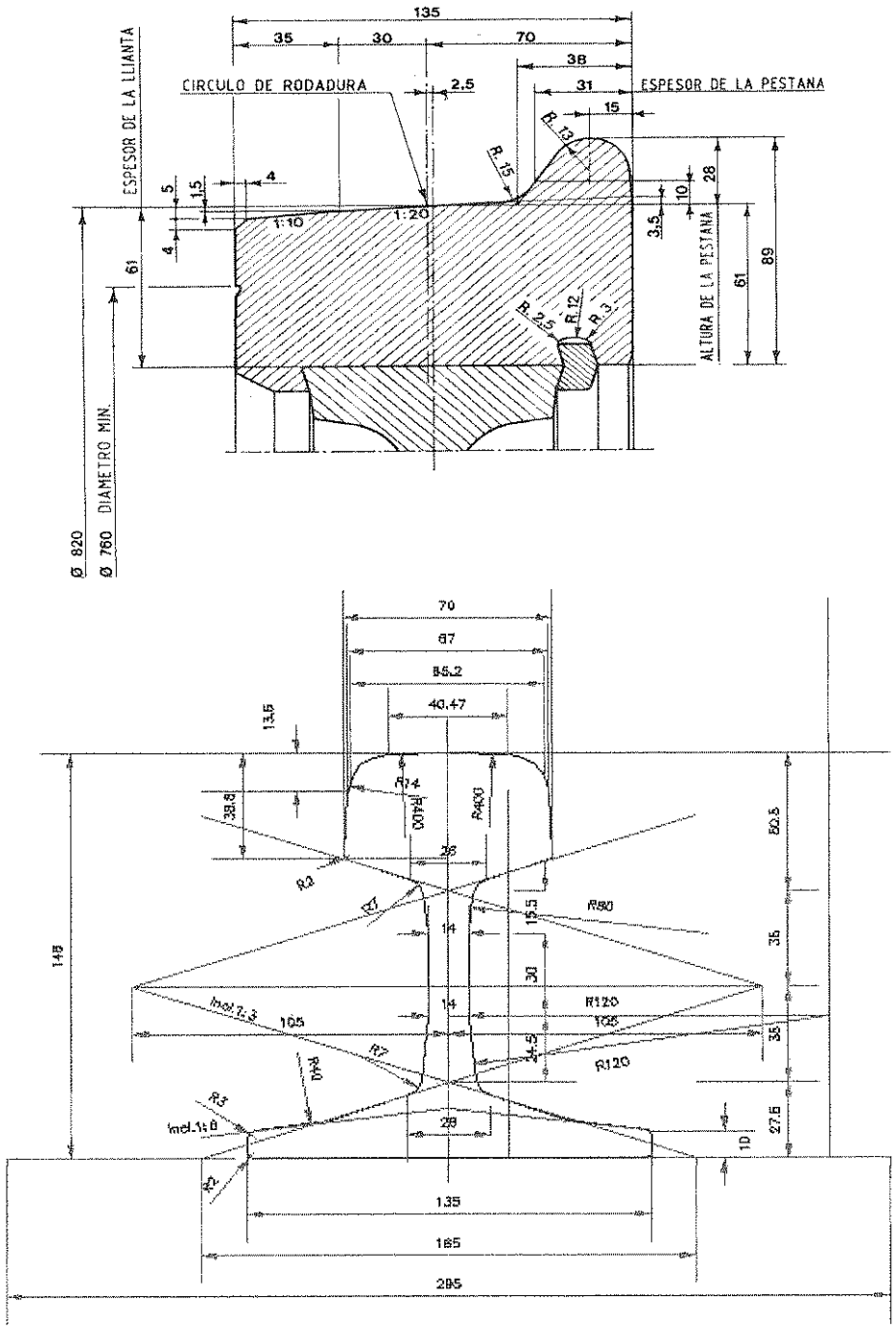
Asimismo, se deberá entregar con la documentación del vehículo los diagramas reales de calado de ruedas y demás elementos calados a presión en el eje, como coronas de transmisión y, en su caso, disco de freno.

Se indicará, asimismo, la máxima diferencia de diámetro de rodadura admisible entre ruedas de un mismo eje, entre las de un bogie y entre distintos bogies, en función de las exigencias impuestas por el equipo de tracción en sus partes mecánica y eléctrica.

La superficie de rodadura de las ruedas, vista en sección transversal debe tener una inclinación respecto de la horizontal de 1 en 20.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - JOSELYN OLAECHEA F. ASESORA LEGAL - Proinversión

CHRISTY GARCÍA-CUDOS NAVEJA JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS - Proinversión



Los engrasadores de pestaña deberán ser instalados en los primeros ejes de los coches con cabina.

Los bogies dispondrán de dispositivos de retorno de corriente en los ejes mediante escobillas. La puesta a tierra deberá realizarse con cables de cobre de sección adecuada que conectarán la caja al bogie.

1.4.4 Cajas de Engrase (chumaceras)

El diseño de las cajas de engrase (chumaceras) será acorde al tipo de suspensión y guiado de ejes que se solicita. Irán equipadas con rodamientos normalizados de aplicación ferroviaria de modo que su montaje y desmontaje sea sencillo.

El cuerpo será concebido con la robustez necesaria para el trabajo en servicio, así como para la aplicación de gatas de levante bajo ella en caso de

descarrilamiento, para lo que se dejará una superficie plana en su parte inferior. Se fabricará en acero moldeado calidad AM-52 según norma une 36.252 o equivalente y con tratamiento térmico de normalizado.

Se efectuarán cálculos mediante elementos finitos para verificar las tensiones de trabajo correspondientes a las diferentes hipótesis de carga que se definen en el apartado de prestaciones del tren.

Los rodamientos de tipo ferroviario deberán ser lubricados mediante grasa. El CONCESIONARIO, de acuerdo con las especificaciones y recomendaciones del fabricante de los rodamientos, definirá un tipo de grasa del mercado nacional para la lubricación de los mismos.

Asimismo, en el Estudio Definitivo deberá presentarse un cálculo previo de la vida prevista para los rodamientos en condiciones de mantenimiento y engrase normales, no siendo en ningún caso su duración menor de 1.500.000 km.

Los intervalos de lubricación serán lo más extensos posibles y, en ningún caso, inferiores a 300.000 km. El desmontaje de las cajas para limpieza de los rodamientos y reposición total de la grasa deberá efectuarse a intervalos que, como mínimo, alcanzarán los 700.000 km.

Se presentará un sistema alternativo de caja de engrase, que permita una inyección de grasa nueva y salida de grasa vieja.

1.4.5 Enlaces Primarios

Reciben esta designación los elementos encargados de enlazar los ejes con el bastidor del bogie que realizan las funciones de guiado de ejes y suspensión primaria.

Guiado de Ejes

El guiado de ejes, dispositivo encargado de la transmisión de los esfuerzos de tracción, frenado y esfuerzos transversales, entre los ejes y el bastidor del bogie, se realizará por un sistema probado que puede estar ligado con el sistema de suspensión primaria. Este sistema no contará con la utilización de elementos sujetos a desgaste, debiéndose utilizar, en caso necesario, articulaciones provistas de silentblocs para evitar la transmisión de vibraciones del eje.

Cualquiera que sea el sistema propuesto, deberá permitir los desplazamientos verticales debidos a la suspensión, así como los transversales y longitudinales necesarios para hacer compatible una adecuada estabilidad de marcha a velocidades de hasta 90 km/h y una óptima inscripción en curva.

Suspensión Primaria

La carga vertical que actúa sobre el bastidor del bogie se transmite a los ejes montados a través de la suspensión primaria. Ésta se basa en amortiguadores caucho-acero o tipo "sándwich" en láminas de acero vulcanizado con goma. Deberá tener la suficiente flexibilidad para asegurar un reparto uniforme de cargas entre las ruedas de un bogie y, en consecuencia, un óptimo aprovechamiento de la adherencia existente. La suspensión tendrá la amortiguación necesaria que permita la circulación hasta la máxima velocidad sin producirse oscilaciones perjudiciales.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ASESORA LEGAL - Proinversión
CHRISTY GARCÍA-GODOS NAVAJA - JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS - Proinversión

Los coches motores y remolques tendrán cada uno de ellos su suspensión específica.

La vida prevista de los amortiguadores de suspensión deberá ser, como mínimo, del orden de los 9 años o los 900.000 km, lo que ocurra primero.

En el bogie se dispondrán, asimismo, los elementos necesarios para que, en caso de ocurrir un descarrilamiento, pueda levantarse éste, así como retener el eje en caso de falla de los sistemas de guiado.

Se deberá indicar la aptitud del bogie para circular por vías defectuosas, incluso con la suspensión secundaria sin aire. Deberá efectuarse, en uno de los primeros vehículos que se fabrique, una comprobación de este valor, mediante ensayos, circulando con suspensión secundaria sin aire sobre las rampas de peralte indicadas en esta especificación técnica. Deberá suministrarse la prescripción de conservación de la misma con diagrama fecha - carga, forma de prueba, suplementos, límites de aceptación, etc.

1.4.6 Enlaces entre Caja y Bogie

Engloba esta designación una serie de elementos o funciones que incluyen: la unión y apoyo de la caja sobre el bogie; la suspensión secundaria y transversal; el sistema de transmisión de esfuerzos longitudinales y transversales; y el travesaño oscilante.

Unión y Apoyo de la Caja sobre el Bogie

Se efectuará mediante corona giratoria. Deberá prestarse especial atención al hecho de que el vehículo debe inscribirse en curvas de los radios que se señalan.

La corona deberá tener una vida mínima de 1.800.000 km. debiendo ser de un tipo probado en el campo ferroviario. Los intervalos de lubricación serán lo más extensos posible y, en ningún caso, inferiores a 600.000 km.

El bogie dispondrá de un sistema que permita el acceso a los puntos de engrase de la corona, desde uno o ambos costados, sin levantar la caja. El montaje y desmontaje de la caja sobre el bogie deberá efectuarse de forma simple. Se deberá prever un sistema que permita compensar alturas tras los retorneados de ruedas.

Se dispondrá de un sistema de topes de limitación de giro de modo que, permitiendo el libre giro del bogie para los radios mínimos que se indican en esta especificación técnica, impidan que el bogie pueda girar en un ángulo excesivo en caso de descarrilamiento.

Suspensión Secundaria

La suspensión secundaria será neumática, a través de bolsas, y su frecuencia natural será tal que consiga una óptima comodidad para los viajeros. En el Estudio Definitivo se indicará las frecuencias previstas para esta suspensión.

La altura de la suspensión será constante e independiente de la carga, de modo que la altura del piso se mantenga constante; para ello dispondrá de la correspondiente válvula de corrección automática de altura para cada muelle de aire. La suspensión vertical dispondrá de amortiguación propia de manera

que no sea necesaria la utilización de amortiguadores externos. Entre las muelles deberá haber una válvula de balanceo de presión.

Las bolsas deberán ser alimentadas por un circuito neumático independiente del sistema de freno, a través de una válvula de nivelación.

Para el caso de falla de esta suspensión, se dispondrá de un sistema de suspensión de socorro tal que permita la circulación a una velocidad no inferior a 50 km/h, respetando las condiciones de seguridad de circulación.

Por otro lado, y a fin de permitir el alzado del bogie con la caja (por ejemplo, en caso de descarrilamiento), se dispondrán en la suspensión los elementos necesarios para ello. Asimismo, el bogie estará provisto de topes en el sentido de elevación para el caso de hinchamiento de uno de los resortes neumáticos por falla de la válvula de mando.

La suspensión transversal se conseguirá mediante los mismos resortes neumáticos y tendrá una frecuencia tal que se obtenga una condición de comodidad para los viajeros. En el Estudio Definitivo se indicará la frecuencia natural prevista para esta suspensión.

La suspensión dispondrá de topes para limitar los desplazamientos de la caja a los permitidos por el gálibo. Las oscilaciones en este sentido deberán ser amortiguadas.

El coeficiente de inclinación del coche deberá ser como máximo 0,45, por lo que deberán tomarse las medidas de fabricación necesarias para limitar el balanceo a este valor y, en caso necesario, incorporar el correspondiente mecanismo que evite que se sobrepase. Asimismo, este dispositivo deberá diseñarse de modo que evite la transmisión de vibraciones entre bogie y caja.

Existirá un sistema de detección de averías relativa a la suspensión neumática que avise al conductor de la anomalía surgida.

Transmisión de Esfuerzos Longitudinales y Transversales

La transmisión de los esfuerzos longitudinales y transversales del bogie a la caja o, en su caso, al travesaño oscilante, deberá realizarse por un sistema de bielas o pivote elástico de modo que presente el máximo desacoplamiento mecánico con el fin de evitar la transmisión de vibraciones u oscilaciones de bogie a caja. Las articulaciones de este dispositivo serán libres de mantenimiento.

El enlace transversal entre caja y bogie deberá permitir una marcha suave, sin golpes laterales en vía en estado medio de conservación. Para limitar los desplazamientos transversales se dispondrá, además de los amortiguadores, de topes de acción progresiva.

Travesaño Oscilante

Este elemento estará constituido por una estructura enteramente soldada, la cual servirá de unión entre el coche y el bogie a través de la suspensión secundaria y del sistema de arrastre.

En caso de utilizar el travesaño oscilante como depósito de aire comprimido para la suspensión, llevará todos los tratamientos reglamentarios como si se tratara del reglamento de recipientes de presión.

Se deberá adjuntar cálculo de la resistencia a la fatiga, teniendo en cuenta todas las posibles fuerzas actuantes.

1.4.7 Mecanismo de Transmisión de la Potencia de Tracción

Se engloban bajo esta designación los siguientes elementos: motor de tracción (montaje), acoplamiento y reductor.

Motor de Tracción

El bogie será bimotor, con el montaje de sus motores enteramente suspendido. El sistema de unión de los motores con el bastidor será estudiado convenientemente para evitar la transmisión de vibraciones de éste al coche. El bogie dispondrá de los elementos necesarios de seguridad para que, en caso de rotura de los amarres, se impida que el motor caiga a la vía. El motor de tracción deberá ser de cuatro polos del tipo tres fases de inducción y jaula de ardilla.

La disposición de los motores en el bogie será tal que permita realizar fácilmente las operaciones de mantenimiento con todos los elementos del bogie montados, con acceso desde la fosa de inspección y desde arriba. El montaje y desmontaje de los motores se efectuará por abajo y preferiblemente sin necesidad de sacar el bogie del vehículo. En el Estudio Definitivo se indicará y justificará la solución que se propone a este respecto.

Las entradas de aire para la refrigeración de los motores dispondrán de filtros, y deberán ser accesibles desde el exterior del coche o desde la fosa para permitir un fácil acceso en el proceso de limpieza.

El motor de tracción deberá ser de cuatro polos del tipo tres fases de inducción y jaula de ardilla.

Acoplamiento

Este elemento está situado en la cadena cinemática entre motor y reductor. Deberá ser de dimensiones tales que permitan la transmisión de la potencia de tracción y capaz de absorber los desplazamientos relativos entre sus ejes de entrada y salida, permitiendo el libre desplazamiento de los ejes del bogie para adaptarse a las irregularidades de la vía, sin limitar el recorrido máximo necesario de las suspensiones primarias.

Será un sistema con base de flecha de cardán u otro que no transmita vibraciones y de bajo mantenimiento, las articulaciones serán mediante elementos elásticos. El sistema deberá estar equilibrado dinámicamente y ser homocinético.

Se indicará en el Estudio Definitivo los períodos de lubricación y de revisión, así como las operaciones de mantenimiento que sean necesarias, como mínimo, la relubricación será cada 200.000 km. y la revisión cada 600.000 km. Se deberá homologar, para su utilización en el acoplamiento, un tipo de lubricante del mercado nacional La vida de los acoplamientos será superior a los 1.200.000 km.

Reductor

Este conjunto está dispuesto en el enlace cinemático, entre motor y eje de ruedas. Será de un tipo compatible con el montaje de motor previsto pudiendo ser enteramente suspendido o apoyado en el eje de ruedas. El reductor será robusto y de funcionamiento silencioso, para lo que se deberán tomar las

precauciones necesarias en el diseño, debiendo estar previsto para una vida superior a los 2.000.000 km. Los rodamientos estarán calculados para una vida media superior a 1.200.000 km.

El proveedor indicará la relación de transmisión del reductor. Asimismo, se indicará el tipo de dentado previsto, material de los engranes, tratamiento térmico de los mismos, exigencias de calidad, controles a los que se someterán, etc.

En caso de que los engranes estén calados en su eje, deberán disponer de los correspondientes orificios para su decalado por inyección de aceite.

El cárter del reductor será robusto, para evitar deformaciones en servicio, y estanco, evitando salidas de aceite. Dispondrá de los elementos de estanqueidad necesarios para impedir la salida de aceite, los que no deberán incorporar elementos de roce como retenes, etc.

La lubricación será mediante aceite, debiendo disponer el reductor de un sistema simple y fiable para la vigilancia de su nivel. Asimismo, dispondrá de un sistema para vaciado del cárter para el cambio de aceite que permita que éste se efectúe fácilmente. Se deberá recomendar, para su utilización en el reductor, un tipo de aceite del mercado nacional.

Se indicará en el Estudio Definitivo los períodos de revisión y de cambio de aceite, así como las principales operaciones de mantenimiento que se requiera. En ningún caso los cambios de aceite se efectuarán antes de los 120.000 km. ni las revisiones antes de los 600.000 km.

Todos los reductores serán sometidos, antes de su montaje en el bogie, a una prueba de rodaje de vacío en banco para asegurarse de su correcto montaje. De cada reductor se establecerá una gama de control. Este documento deberá ser sometido a aprobación con anterioridad. Los reductores, de acuerdo con la disposición que se prevea para la cadena cinemática, podrán estar provistos de una biela de reacción que una la carcasa del reductor con el bastidor de bogie. En ese caso, este dispositivo deberá tener sus articulaciones con elementos elásticos de modo que no transmita vibraciones al resto del vehículo.

Sensores de Velocidad

Los sensores de velocidad en los motores de tracción deben ser sin contacto, sin desgaste del tipo electro - magnético. Debe haber dos sensores montados en los ejes del motor para detectar también el sentido de rotación.

1.4.8 Equipo de Freno del Bogie

El equipo de freno del bogie será de disco. Los discos podrán estar montados en las ruedas o calados en el eje. Los intervalos de revisión y engrase que deberán tener los cilindros de freno no serán inferiores a los 700.000 km. El sistema de freno deberá cumplir las prestaciones que se indican en el apartado sobre características de los trenes. Con el Estudio Definitivo se presentará el correspondiente cálculo de justificación de las prestaciones del equipo de freno previsto.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ASESORA LEGAL - Proinversión
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS - Proinversión

Los discos de Freno

Los discos de freno podrán ser de fundición gris, debiéndose prever el montaje de anillos de fricción bipartidos a fin de minimizar las operaciones necesarias para su sustitución. Dispondrán de marcas que señalen los límites de utilización de los mismos. La vida media de los discos, en condiciones normales de funcionamiento, será como mínimo de 2.000.000 km.

Los discos serán autoventilados de forma tal que puedan soportar sin deterioro ni deformaciones el frenado del tren con sobrecarga excepcional (4/3 de ccm) y desde la máxima velocidad permitida en la línea. La capacidad de disipación del sistema de discos de freno será tal que, en caso de avería del freno eléctrico de servicio de un coche, se pueda sustituir dicho freno sin limitaciones en el servicio.

En el Estudio Definitivo, se presentará el cálculo de justificación de la capacidad de disipación de energía del sistema de discos para el recorrido completo. La temperatura máxima que se puede alcanzar en el recorrido será del orden de los 400 °C, pudiéndose admitir picos de valor superior de corta duración.

Las Pastillas de freno

Las pastillas de freno serán sintéticas y de bajo coeficiente de fricción, no aceptándose amianto en su composición, duración media 100.000 Km, deberán cumplir la norma UIC 541-3 OR. El consumo de la pastilla no debe ser inferior a 24 meses sin desgaste de rueda.

El sistema o mecanismo de accionamiento de las pastillas de freno deberá ser tal que permita una presión uniforme de la pastilla sobre el disco, independientemente del desgaste de la pastilla y el disco. Para dicho fin se podrá emplear sistemas con timonería y regulador en el cilindro de freno u otros debidamente comprobados en aplicaciones similares de Metro.

1.4.9 Freno de Estacionamiento

Los bogies estarán provistos de un freno de estacionamiento del tipo conocido como de muelle acumulador. Su actuación se efectúa eliminando el aire comprimido de la cámara de estacionamiento que mantiene retenido al muelle, con lo que éste se libera entrando en acción.

Este sistema estará incorporado en algunos de los cilindros de freno. Su número será tal que se cumplan las prestaciones exigidas en el apartado "características de los trenes". Con el Estudio Definitivo se presentarán los correspondientes cálculos de justificación.

Este sistema estará incorporado en algunos de los cilindros de freno. La aplicación de este tipo de freno será controlada por el conductor, para lo que se dispondrá del sistema de regulación correspondiente. El sistema dispondrá, asimismo, de un control manual para su anulación en caso de manipulación de los vehículos en depósito, mantenimiento o avería en vía. Este dispositivo deberá ser de fácil acceso desde uno de los costados del coche, incluso en andenes de estaciones.

1.4.10 EQUIPOS AUXILIARES DEL BOGIE

En este grupo se incluye una serie de equipos que, si bien no son específicos de los bogies, se montan también en ellos. Comprende equipo neumático, equipo eléctrico, equipo antideslizamiento, equipo de engrase de pestaña, equipo velocímetro - tacógrafo, equipo de arenado (opcional), quitapiedras (opcional), guardafangos (opcional), y captador de repetición de las señales (ATP).

Equipo Neumático

Comprende la instalación neumática en el bogie, incluido el sistema de medición de peso. Las tuberías se fabricarán con tubo de cobre o de acero inoxidable, de sección suficiente para los caudales que por ellas circulan.

Los accesorios de unión de las tuberías serán de cobre, pudiendo ser con anillo tórico de junta o con anillo cortante. También se podrán presentar opciones en acero inoxidable.

Las mangueras de unión deberán tener la sección adecuada y se respetará los radios mínimos de curvado, así como una correcta disposición de los mismos, teniendo en cuenta el movimiento relativo de sus extremos. La calidad del material será resistente a los agentes externos que habitualmente se encuentran en las explotaciones ferroviarias, como pueden ser: aceites, álcalis diluidos de limpieza y agentes atmosféricos como agua y radiación solar. La vida de las mangueras será, como mínimo, de 600.000 km.

La conexión de mangueras entre caja y bogie se efectuará mediante un sistema rápido y fiable de modo que todas las conexiones estén agrupadas en un conector múltiple de fácil desconexión.

La señal de medición de peso, necesaria para el control de la tracción y del freno en función de la carga, será la propia presión que existe en el interior de los fuelles de la suspensión neumática. Para evitar que esta señal sea distorsionada por efecto de diferencias de presión entre los fuelles, como puede suceder al estar el vehículo parado en una curva, se elaborará una presión media de los dos fuelles del bogie en una válvula ad hoc, y ésta será la señal primaria de peso.

En lo posible y siempre que no haya afectaciones funcionales, se unificará el tipo de manguera de las uniones neumáticas que pudieran existir entre la caja y el bogie.

Equipo Eléctrico

En este grupo se incluyen la disposición de retornos de corriente y el cableado. Los bogies dispondrán, entre los componentes móviles, de los shunts necesarios para derivar las corrientes de la tracción y de los circuitos auxiliares de at (alta tensión) hacia el riel.

El paso de estas corrientes entre la caja de grasa (chumacera) y el eje montado se efectuará a través de los dispositivos de escobillas para retorno de corriente. El número de estos dispositivos será definido en función de las necesidades del equipo eléctrico y su disposición en el vehículo estará de acuerdo con las especificaciones VDE 115 y DIN 57115 o similares.

Este sistema deberá ser tal que la inoperancia de una de las escobillas no produzca daños en las demás y mantenga las condiciones de seguridad.

En ningún caso podrá haber diferencia de potencial eléctrico en los rodamientos de los bogies.

El cableado de los circuitos auxiliares del bogie se hará bajo tubo metálico, disponiendo en un lugar accesible un conector general para unión rápida caja-bogie.

Se exceptúan aquellas señales que, por sus particulares características, requieran un tratamiento diferente, como, por ejemplo, la conexión directa caja-bogie.

Los conectores serán estancos y previstos para trabajar a la intemperie.

Equipo Antideslizamiento y Antipatinaje

Los generadores de frecuencia que se precisen para los equipos indicados serán los mismos que utiliza el equipo eléctrico para su control o bien otros específicos para esta función. Podrán estar incorporados en el propio motor de tracción o bien adosados a las cajas de grasa (chumaceras) mediante adaptadores adecuados.

Deberá prestarse atención a la conexión de los generadores con el eje de ruedas para evitar que se transmitan a aquéllos, esfuerzos provenientes de los ejes u oscilaciones parásitas.

El número de generadores utilizados y su ubicación deberá quedar especificado en el Estudio Definitivo.

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 el CONCESIONARIO garantice que el sistema antideslizamiento-antipatinaje propuesto cumplirá con todas las prestaciones solicitadas en los acápites precedentes. El CONCESIONARIO definirá la inclusión o no de los equipos de arenado en su Estudio Definitivo.

Equipo de Engrase de Pestaña

El primer eje del bogie bajo cabina de los vehículos extremos incorporará un dispositivo eficaz de engrase de pestaña de una firma de reconocido prestigio, la actuación del sistema será neumática.

La posición de los pulverizadores deberá ser regulable para poder ir variando la misma conforme vayan desgastándose las ruedas.

El CONCESIONARIO indicará el sistema propuesto de engrase, así como los intervalos previstos entre pulverizaciones. La capacidad del depósito de aceite del equipo será tal que permita una autonomía de recorrido entre rellenos de 24.000 kilómetros.

Será posible ofrecer otros sistemas de lubricación de pestañas a base de lubricadores sólidos que no requieren actuación neumática y mantenimiento.

Generadores en Cajas de Engrase (chumaceras)

Se dispondrá en las cajas de engrase (chumaceras) los generadores necesarios para los equipos que precisen señales de velocidad o espacio

recorrido. Será preferible la integración de señales para reducir el número de generadores requeridos.

Equipo de Arenado

De preferencia se deberá de contar con un sistema de antipatinaje – antibloqueo instalado en los trenes que garantice prestaciones elevadas, incluso en freno de emergencia, de manera que no sea necesario el uso de areneros.

En caso de presentar una propuesta con equipos de arenado, se cumplirá lo siguiente:
Los bogies motores dispondrán, en un eje y por la parte exterior del bogie, de un dispositivo de arenado al riel. Éste actuará combinado con la posición del inversor de marcha.

La actuación del sistema será neumática, para lo que se dispondrá del correspondiente eyector de arena, junto con una tolva o caja de almacenado. Ésta deberá disponer de una tapa que permita su fácil apertura para el llenado y que procure, una vez cerrada, una buena estanqueidad. Su capacidad será, como mínimo, de 20 litros por caja de arena.

Quita piedras

De preferencia, delante de las ruedas extremas del tren se dispondrán quitapiedras cuya misión será eliminar de la vía las piedras u objetos que pudiera haber sobre ella. Serán regulables en altura para compensar el desgaste de las ruedas. Estos elementos, a su vez, deberán proteger los captadores de repetición de las señales (ATP).

Guardafangos

De preferencia, cada rueda estará dotada de guardafangos adecuado para evitar la proyección de agua contra los órganos del bogie y de la caja.

Captador de Repetición de las Señales (ATP)

En los extremos de los bogies correspondientes, y fijados a ellos en soportes adecuados, se instalará el captador de repetición de las señales (ATP). Dichas antenas estarán convenientemente protegidas para evitar que se produzcan desperfectos por impactos con piedras u otros objetos sobre la vía.

La distancia de captación con total seguridad abarcará las variaciones propias del desgaste de ruedas, suspensión, etc., por lo que no será preciso efectuar ajustes de las antenas.

El fabricante del bogie preverá soportes adecuadamente robustos para albergar a los soportes de antenas del ATP.

1.5 Cajas

Las cajas deben ser diseñadas y fabricadas para las condiciones de servicio establecidas en la presente especificación, debiendo alcanzar un período mínimo de 35 años de vida útil, durante el cual ningún elemento de la estructura presentará deformación permanente, fisuras, ni corrosión del material. Su construcción y la selección de los materiales, acabados y recubrimientos deberán resultar en un diseño moderno, funcional, con una elevada resistencia al rayado y a la intemperie.

Los coches con cabina deberán tener el frente reforzado, con una máscara moldeada cuya forma y diseño será concordada con el CONCEDENTE en la fase de proyecto.

La disposición de los equipos instalados en las cajas será estudiada para que las cargas sobre los bogies sean sensiblemente iguales, tomando en cuenta las diversas condiciones de carga y circulación. Se procurará que el salón de pasajeros sea un espacio continuo con las menores interrupciones posibles a la circulación del usuario, máxima capacidad y ausencia de recodos y de aristas vivas.

Los materiales que conforman la caja 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 la norma NF F16-101 o equivalente.

Los componentes deberán tener el mínimo de partes móviles y de elementos sometidos a desgaste.

La igualdad de cotas principales permitirá una unificación completa de las piezas constitutivas de los equipos, de la estructura y de los revestimientos. Para los elementos auxiliares y de vestidura, tales como ventanas, asientos, ornamentos, aparatos de alumbrado, órganos del sistema de ventilación y puertas, la unificación deberá ser total y garantizar su intercambiabilidad.

Los ensambles soldados se efectuarán con arco eléctrico de atmósfera protegida, o con otro procedimiento que ocasione la menor distorsión y genere mínimos esfuerzos residuales. La calificación del procedimiento de soldadura y de los operarios será según las normas EM 2523A, NF A88-110 o equivalente.

Las partes de la estructura que requerirán una atención particular serán el ensamble de unión entre la caja y los bogies, las extremidades del bastidor que alojarán los acopladores, los claros de los costados para alojamiento de puertas y los puntos de fijación bajo bastidor de los equipos pesados o que producen vibraciones, tales como equipo de control de tracción-frenado, motocompresores, convertidor estático y bastidores del ATP.

Las cajas deberán contar con los elementos necesarios de apoyo o amarre para las maniobras de mantenimiento o encarrilamiento. Los puntos donde se ubiquen estos elementos evitaran deformaciones permanentes o esfuerzos excesivos bajo cualquier condición de levantamiento.

Los estudios de las formas y disposiciones de la caja y sus componentes se desarrollarán utilizando principios ergonómicos. El salón de pasajeros será confortable. Tanto en la decoración interior como en la exterior, se aplicarán diseños que proyecten una imagen de vanguardia y modernidad, utilizando materiales ignífugos de fácil limpieza y resistencia en caso de vandalismo. Además, la caja deberá contar con un sistema eficiente de ventilación y adecuada luminosidad, tanto en el salón de pasajeros como en la cabina de conducción.

1.5.1 Tipos de Cajas

Las cajas podrán ser de tipos distintos, en función a los tipos de coches que se suministren (coche con y sin cabina de conducción, coche con y sin motores o la combinación de ellos). Estas cajas presentarán la misma concepción y no diferirán más que en las dimensiones, en la disposición de equipos bajo bastidor, en los bogies y en la ubicación de la cabina de conducción.

1.5.2 Estructura de la Caja

La estructura de la caja deberá asegurar que, en ningún momento, sufra deformación permanente bajo el efecto de cargas excepcionales simples o combinadas y que no se produzca ruptura por fatiga bajo el efecto de las cargas de servicio.

Además, la caja no deberá sufrir daños (deformaciones permanentes) ante colisiones que se produzcan en la explotación normal contra otros vehículos o topes de fin de vía, ni por el levantamiento adecuado de la misma después de un descarrilamiento. Además, la flexión tomada por la caja bajo el efecto de las cargas a las que está sometida en ningún caso deberá afectar el funcionamiento de las puertas.

El espectro de frecuencias propias de la caja deberá ser tal que no exista riesgo de resonancia con los rangos de frecuencia de las suspensiones y aparatos varios ensamblados.

Se podrán presentar propuestas de los materiales en acero inoxidable, aleaciones ligeras de aluminio con perfiles extruídos o una combinación de aluminio y acero en las partes donde se necesite mayores resistencias. En todos los casos se deberá justificar el tipo de materiales y perfiles empleados en el proyecto.

En la propuesta de acero inoxidable, las estructuras primarias deberán ser de acero inoxidable. La construcción del "bolster" y de la cabecera del estrado deberá ser de acero de baja aleación y alta tensión (LAHT). Deberá ser fabricado por medio de soldadura por arco de atmósfera protegida o por punto eléctrico para constituir una estructura integrada. El techo deberá ser de panel de acero inoxidable corrugado.

La propuesta en aluminio deberá ser de perfiles extruidos (aleación tipo AlZnMg y/o AlMgSi 0,7) y planchas (aleación del tipo AlMg 2,5), resistente a la corrosión y construcción totalmente soldada.

La caja deberá ser construida con capacidad de absorber la energía de colisión por deformación en las extremidades y reforzada en las zonas mas solicitadas del bastidor, tales como traviesas, con objeto de resistir los esfuerzos correspondientes a la unión caja -bogie, y en los cabeceros para resistir los esfuerzos aplicados por enganches y con elementos anticlimbers de modo que proporcione la mayor protección al personal de conducción y a los pasajeros en caso de accidente, especialmente en colisión frontal violenta.

Se deberá indicar en el Estudio Definitivo el tipo de material empleado, sus características físicas y químicas, los procesos de fabricación de la caja, el tipo de protección de los materiales contra la corrosión, especificaciones y procedimientos de pintado, y las normas empleadas.

Resistencia

Para las cargas definidas a continuación, el CONCESIONARIO deberá presentar una memoria de cálculo de resistencia de los materiales, según el método de los elementos finitos.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - Proinversión
JOSEFA OLAECHEA F.
ASESORA LEGAL

ENRIQUE GARCÍA-GODOS MALAGA
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
-Proinversión-

En el Estudio Definitivo serán entregados los cálculos detallados, los planos de las estructuras de las cajas propuestas para cada tipo de vehículo, considerando los siguientes aspectos:

- Para cada esfuerzo tomado en consideración, los desplazamientos y las tensiones calculadas, así como un análisis estático para las cargas excepcionales y un análisis de fatiga para las cargas de servicio.
- Se suministrará un análisis vibratorio del conjunto de la estructura del vehículo con indicaciones de los valores de las frecuencias propias, así como sus deformaciones dinámicas asociadas.
- Se deberá determinar, por simulación numérica, la primera frecuencia de flexión de la estructura de la caja completamente vacía.
- Será necesario garantizar que existe, al menos, 1 Hz de desacoplamiento entre este valor calculado y la frecuencia alta de excitación del bogie.
- Esta información deberá ser entregada por el CONCESIONARIO antes de la aplicación del protocolo de pruebas correspondiente.

Definición de las Cargas

Las cargas que se deberá tener en cuenta como hipótesis para el cálculo serán las estipuladas en el punto de las características generales del tren.

La estructura de la caja cumplirá 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.

Carga vertical estática:

- Carga nominal = peso de la caja + peso de los pasajeros (70 kg/p x total de pasajeros a 6 pas/m2), distribuido sobre el piso.
- Las tensiones no deben sobrepasar 50% de la resistencia de los materiales.
- Carga horizontal: Estática:
- Una compresión de 80 toneladas deberá ser aplicada en los acopladores conjuntamente con la carga vertical de carga nominal.
- Las tensiones medidas no deberán exceder la resistencia de los materiales.

Levantamiento

Las cajas dispondrán de puntos de levante tanto en los talleres como para un eventual encarrilamiento.

Para el levantamiento, la caja en vacío completa será levantada por sus dos extremos por medio de los soportes de levantamiento (2 soportes en cada extremo) previstos para este efecto. Los bogies estarán separados de la caja al efectuar esta manipulación.

Para el izado, se levantará la caja completa en vacío; descansando en el extremo del bogie opuesto. El bogie del lado izado deberá permanecer unido a la caja por el dispositivo previsto para este efecto. Tendrá dos soportes para cada extremo para este efecto.

En total, hay 8 soportes (4 para el levantamiento y 4 para el izado). La ubicación de estos soportes irá indicada según la ficha UIC 617-2.

Los diferentes órganos que aseguran las uniones entre caja y bogie deberán resistir los esfuerzos horizontales inducidos por las aceleraciones siguientes:

Arrastre transversal: □t = 3 m/s2
Ft = masa caja x □t
Arrastre horizontal: □t = 3 m/s2
Fl = masa caja x □t
Esfuerzo por colisión longitudinal: □L = 3 g

Carga Dinámica

Las cargas dinámicas están definidas en la norma UNE-EN 12663 Categoría PIII, es decir:
Carga vertical dinámica ((1±0.15)*g en carga nominal) combinado con una carga longitudinal que corresponde a una aceleración de ±0.15*g.
La estructura de la caja debe soportar la fatiga por un mínimo de 35 años.

Cálculos de la Estructura de la Caja

Deberán ser ejecutados todos los cálculos y verificaciones de la estructura de la caja, con las premisas de carga obligatorias descritas en esta especificación y en la norma UIC 566 OR.

1.5.3 Acopladores (enganches)

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 y tensión de por lo menos 80.000 daN (800kN).

Además, contarán con los dispositivos necesarios para impedir que se produzcan desacoplamientos intempestivos de las unidades bajo cualquier condición de circulación y carga. Asimismo, deberán soportar sin deterioro alguno las condiciones que se presentan durante la operación normal de los trenes, para lo cual se garantizará una vida útil de los elementos de amortiguación superior a los 700.000 km.

Los enganches estarán equipados con un sistema de guiado y sustentación que asegure el auto centrado vertical y horizontal. La conexión neumática de la tubería de equilibrio se realizará en forma automática a través de válvulas de fácil reemplazo y con un acoplamiento eléctrico que garantice la continuidad del circuito de seguridad.
Las labores de mantenimiento para los enganches deberán ser simples y el período para mantenimiento mayor será de, cuando menos, 700.000 km.

Habrá dos tipos de acopladores: de tipo automático, para la parte delantera de los vehículos con cabina de conducción, y de tipo semi permanente para los vehículos intermedios.

Los cables de la conexión del sistema "Data-Bus" deberán ser de alta flexibilidad para soportar las condiciones de trabajo en la región de los enganches entre coches, en lugares que dificulten el vandalismo.

Se deberá proporcionar en el Estudio Definitivo los cálculos de justificación del cumplimiento satisfactorio de cualquier condición de circulación por el

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - Proinversión
JOSELYN OLAECHEA
ASESORA LEGAL

CHRISTY GARCÍA-GODOS RAVEDA
JEFE DE PROYECTOS PERSONALIZADOS
Proinversión

acoplador (enganche), como el paso a través de curvas de radio mínimo. También presentará el cálculo relativo al elemento amortiguador.

El CONCESIONARIO será responsable que los trenes a suministrar se puedan acoplar mecánica y/o neumáticamente con los trenes existentes, a través de acopladores ubicados en los coches con cabina, con el propósito de efectuar maniobras de socorro y compostura disponiendo del frenado neumático en toda la formación acoplada.

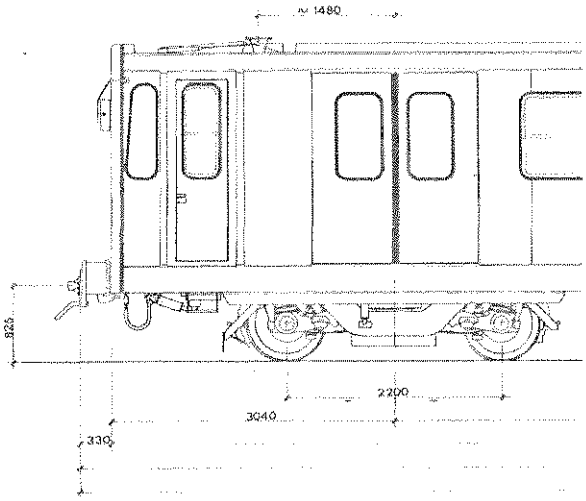
Acopladores Automáticos

Se instalarán acopladores automáticos que permitan el socorro de un tren por otro, realizando el acoplamiento mecánico, neumático y eléctrico en las condiciones que a continuación se describe:

El acoplamiento automático se efectuará únicamente entre dos trenes del mismo tipo y proveedor. Un acoplamiento mecánico y neumático, como mínimo, se efectuará entre dos trenes de distinto tipo y proveedor.

El acoplador deberá ser del mismo tipo y modelo que el acoplador propuesto por el Consorcio "Tren Eléctrico Lima" para la modernización de los trenes actuales, permitiendo el acoplamiento del tren nuevo con los actualmente existentes, como mínimo mecánica y neumáticamente, en operación de "PUSH" o "PULL".

Este acoplador será: Scharfenberg Tipo 10. Altura del acoplador según el gráfico.



El acoplamiento se efectuará con un tren detenido y el otro a una velocidad inferior a 5 km/h Para desacoplar se accionará desde la cabina de conducción o manualmente por una manija en el acoplador. Las maniobras anteriores podrán realizarse en las condiciones del trazo de vías definidas en esta especificación, aun cuando los enganches tengan un desnivel de ± 150 mm.

El acoplamiento eléctrico será por medio de botoneras que aseguren un contacto permanente y pleno durante la marcha del tren. El número de contactos serán los necesarios más una reserva. Tendrán una cubierta para proteger a los contactos. Tendrán una estanquiedad mínima de grada IP55 según norma UNE 20354

Como alternativa, también se aceptarán acopladores semi-automáticos, con conexiones automáticas mecánica y neumática. Las conexiones eléctricas, de ser necesarias, se podrían realizar por medio de mangueras.

Acopladores Semi permanentes

El acoplamiento se efectuará mediante enganches que unirán mecánica, neumática y eléctricamente (circuito de seguridad) a los coches y se efectuará en las condiciones descritas a continuación.

El acoplamiento se realizará con los coches detenidos y admitirá un desnivel entre enganches hasta de ± 150 mm.

El acoplamiento mecánico se diseñará como una unión bridada de dos semi acoplamientos, que incluya la unión mecánica, la conexión neumática y los contactos eléctricos mediante mangas de conexión, las cuales deberán ofrecer total seguridad para el Servicio y también facilidad para su conexión y desconexión en los talleres de mantenimiento.

Los contactos eléctricos estarán conectados al coche por hilos separados y blindados, con una fijación que evite falsos contactos en el mando del freno de seguridad.

Existirá en un lugar accesible una llave de cierre manual para aislar neumáticamente los coches.

1.5.4 Puertas

Los vehículos podrán tener tres tipos de puertas: las de acceso al salón de pasajeros, las del exterior hacia la cabina de conducción y la de acceso de la cabina al salón.

Las puertas de acceso al salón de pasajeros se describen en el capítulo sobre el salón de pasajeros.

Puertas de la Cabina

De preferencia, el acceso a la cabina guía desde el exterior se hará por medio de puertas laterales de tipo batiente que se abrirán hacia adentro; provistas de ventanas con lunas corredizas, cerradura para llave de servicio y manija externa e interna. Los accesorios visibles en las puertas de cabina, tales como manijas, tornillos, molduras y bisagras serán de acero inoxidable, pudiéndose emplear otro material de resistencia comprobada que demuestre su vida útil con ensayos de duración en medios salinos.
Alternativamente, en su Estudio Definitivo el CONCESIONARIO podrá presentar al CONCEDENTE otra propuesta para el acceso a la cabina guía desde el exterior, para su aprobación.

Puertas de Intercomunicación entre Salon y Cabina

Los coches con cabina dispondrán de una puerta de intercomunicación con la zona de pasajeros, cuyo movimiento no interfiera con el asiento del conductor, de acuerdo a la norma uic 617-5. Estas puertas dispondrán de una cerradura con acción por ambos lados. El cerrojo se accionará con la llave de servicio y se deberá garantizar 50.000 movimientos sin presentar avería o desgaste en los elementos que lo constituyen. Las bisagras serán fabricadas en acero inoxidable.

Las cerraduras de las puertas de cabina deberán ser de un diseño robusto, ampliamente probado en el campo ferroviario y su apertura y cierre será por medio de una llave de servicio que manejará el conductor del tren. El aspecto de las puertas estará en armonía con la decoración interior del tren. Estas puertas contarán con una ventana para permitir la observación del salón de pasajeros de parte del conductor o viceversa.

El montaje de las puertas deberá realizarse de forma que se evite todo tipo de ruidos y vibraciones.

El diseño del coche se deberá realizar teniendo en cuenta la eliminación al máximo de las fuentes productoras de ruido y el aislamiento o absorción del mismo, con el objeto de conseguir un nivel de ruido inferior a 74 dBA en el interior del coche, en las condiciones descritas en el acápite 4.3.6.

Durante la fase de proyecto, el CONCESIONARIO presentará al CONCEDENTE un modelo 3D en Autocad del salón de pasajeros, el cual incluirá la distribución de los pasamanos.

1.5.5 Pintura

Los elementos de la estructura del coche deberán protegerse contra la corrosión por medio de pintura de características y espesor adecuados, previa preparación de las superficies por medios mecánicos o químicos para asegurar la correcta adherencia de los materiales.

La pintura exterior será de poliuretano de uso normal en los ferrocarriles y duración mínima de 10 años.

Todo el bajo bastidor y los equipos en él montados se protegerán con pinturas y productos que preserven de las agresiones de proyecciones de aguas calizas o de otros agentes.

En caso de ofertar una estructura de caja en acero, todos los elementos metálicos deberán ser decapados, granallados y protegidos con pintura anticorrosiva epóxica, según prescripciones señaladas en la norma uic 842 o equivalente.

Si la estructura de la caja es en aluminio, se seguirá:

- Superficie exterior: Preparación superficie por medio mecánico (granallado) y protección con imprimación epoxi.
- Superficie interior: Preparación superficie por medio mecánico y desengrasado sólo en zonas deterioradas. Según el tipo de recubrimiento de piso (si va pegado directamente al aluminio) se recomienda granallar e imprimar dicha zona.

En lo referente a la pintura exterior se proveerá la pintura solamente en las zonas y diseños que indique el CONCEDENTE en la etapa de proyecto.

El interior y exterior de los coches deberá protegerse con pintura antigraffiti y mantener sus propiedades durante 5 años.

1.5.6 Faros y Señalización Exterior Luminosa

De preferencia, sobre los costados de los coches se ubicarán lámparas de señalización de puertas abiertas y lámparas de "señal de alarma" accionada.

De ser así, estas señales deberán fabricarse con tecnología de diodos emisores de luz de alta intensidad, visibles desde la cabina de conducción inclusive de día, tipo cartero doble. El cuerpo del cartero doble deberá cumplir con el grado de estanqueidad de la norma ip 65.

La indicación de "no cierre" de las puertas, o la localización del accionamiento de la "señal de alarma", será indicada tanto localmente como en la cabina de conducción.

Como alternativa, se podrá obviar las lámparas de señalización exterior descritas anteriormente, sólo si el conductor cuenta en su pupitre de conducción con la información centralizada, que permita determinar el coche y el lado del mismo donde se activó la señal de alarma o se abrió una puerta.

La alimentación de los equipos de señalización será proporcionada por la baja tensión de corriente directa.

1.5.7 Toma de Corriente con Pantógrafo

La toma de corriente, dos por cada tren unidad eléctrica, deberá ser un pantógrafo de tipo asimétrico y tamaño reducido. Su levantamiento se realizará con aire comprimido de la red general, o a través de una motocompresora auxiliar alimentada en bt (baja tensión), cuando no exista presión suficiente en la red de aire comprimido de los coches. La alimentación se seleccionará con un sistema de electro válvulas.

El mantenimiento en la posición de trabajo se efectuará a través de resortes adecuados, el aire comprimido servirá sólo para anular la acción de los resortes, y no tendrá ningún efecto sobre la presión ejercida por el arco sobre el cable de contacto, mientras el pantógrafo esté en servicio. Por consiguiente, el arco podrá seguir los desniveles de la catenaria por efecto de los resortes.

Las características y prestaciones del pantógrafo deberán ser las siguientes:

Tensión nominal.	1.500 V
Empuje en la elevación comprendida entre 1.000 y 1.150 mm.	8 a 10 kg.
Presión mínima, en el cilindro neumático para el funcionamiento del pantógrafo.	4,5 bares
Dimensiones máximas en el sentido longitudinal con toma baja.	1.495 mm
Alcance del rastreo en captación sobre el plano de la vía férrea.	De 3.800 a 4.800 mm

El pantógrafo deberá ser sometido a pruebas de acuerdo a la norma IEC 494 Se preverá que con un solo pantógrafo por TUE, se pueda mantener el tren en servicio sin ninguna limitación.

Se instalará un descargador (pararrayos) para la protección contra las sobre tensiones de origen atmosférico. Dicho descargador se colocará en el circuito de at a continuación del pantógrafo y será del tipo óxido de zinc.

Este descargador no necesitará mantenimiento ni reglajes y cuyas características no se degraden con el tiempo ni por los agentes exteriores.

1.5.8 Cableado de Alta y Baja Tensión

Los cables eléctricos destinados a alimentar los diferentes equipos que se utilizarán en los coches deberán ser seleccionados para soportar la tensión y

corriente de los mismos, de tal manera que aseguren continuidad y elevada fiabilidad durante el servicio.

Los cables deberán operar satisfactoriamente en grupos de conductores, en ambiente cerrado (sin ventilación) y expuestos a las radiaciones térmicas del equipo eléctrico de los coches y de los cables adyacentes. Además, deberán estar diseñados para soportar temperaturas de sobrecarga, sobretensión y cortocircuitos que se puedan presentar durante la operación, sin degradación de sus características. Los cables deberán soportar, también sin degradación o deterioro alguno, la exposición eventual a solventes y lubricantes.

Los conductores del cableado de alta y baja tensión, así como sus aislamientos, no serán propagadores de la llama (tipo A), de mínima emisión de humos (tipo F1) y de emisión nula de gases tóxicos, deberán cumplir con las normas uic 895 or, cei 1034, nfc 32-101, nfc 33-010, nfc 32-012, nfc 32-200, nh 32-80 e iceas 19-81, o equivalentes.

1.5.9 Acoples Eléctricos

La conexión eléctrica entre coches y la comunicación entre los equipos instalados en los mismos se efectuará por medio de acoples eléctricos removibles que estarán formados por cables de tipo múltiple, con funda de hule resistente a solventes y lubricantes.

El número de cables será establecido por las necesidades del diseño del tren, proveyendo una reserva del 10% de hilos que quedarán disponibles para futuras aplicaciones.

Los acoples eléctricos tendrán tomas en cada uno de sus extremos, las cuales se acoplarán a las tomas instaladas en los extremos de las cajas. Cada toma tendrá una guía y un seguro que evite su desconexión.

Las tomas instaladas sobre el cuerpo de los coches contarán con un dispositivo, que asegure su perfecta estanqueidad en caso de no ser usadas, y tener un seguro que impida su pérdida o extravío.

1.5.10 Inscripciones y Placas

Las inscripciones exteriores serán acordadas durante la fase de proyecto. Las inscripciones mínimas son las siguientes.

Identificación Exterior

- Número de coche, en los costados del vehículo.
- Placa metálica del CONCESIONARIO que contenga el nombre y/o anagrama del operador, así como el año de construcción del vehículo y número de carro (bajo carrocería).
- Inscripción de indicaciones de accionamiento del freno de estacionamiento y de aislamiento del freno.
- Inscripción de aislamiento de la tubería de equilibrio.
- Inscripción de la señal de punto de apoyo para levante.
- Placas de identificación de los cofres laterales bajo el bastidor, señalando los principales equipos que contienen, asimismo las señales de seguridad correspondientes, tales como «peligro alta tensión».
- Placa «abrir» en el mando de las puertas de acceso.

- Inscripción encima de las puertas de acceso «antes de entrar permita salir».
- Inscripción de identificación de los acopladores de líneas del tren.

1.6 Salón de Pasajeros

El salón de pasajeros tendrá una disposición de asientos colocados en forma lateral -longitudinal, a fin de procurar un espacio continuo con las menores interrupciones posibles a la circulación de pasajeros, máxima capacidad, ausencia de recodos y de aristas vivas, así como un adecuado nivel de iluminación y ventilación, los cuales serán especificados posteriormente.

Se presentarán planos y perspectivas que muestren la forma y los elementos integrantes y permitan valorar las distintas soluciones.
Dadas las características de operación, con recorridos cortos y poca permanencia del pasajero dentro del tren, se adoptará una disposición de puertas y asientos en bancas laterales que posibilita una fluida circulación, así como una rápida evacuación en caso de emergencia.

Los materiales en el salón de pasajeros 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 la norma NF F16-101 o equivalente, para salvaguardar la seguridad del personal de operación y de los pasajeros durante el desalojo de los coches.

1.6.1 Puertas de Acceso al Salón de Pasajeros

El coche deberá tener cuatro puertas en cada uno de sus laterales, cada puerta estará compuesta de dos hojas, sin montante intermedio. Las puertas estarán 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. Se mantendrá la equidistancia entre ellas a lo largo de toda la composición, previendo la incorporación eventual y futura de puertas de andén.

Serán del tipo de doble movimiento deslizante encajable. El accionamiento de las hojas se efectuara mediante un motor eléctrico, con el movimiento de ambas hojas conjugado de forma que realicen simultáneamente las maniobras de apertura y cierre, mediante los adecuados elementos mecánicos de transmisión del movimiento. Las puertas abiertas deberán tener un espacio útil mínimo de 1.300 mm. de ancho y 1.900 mm. de alto.

Las puertas estarán constituidas en base a una estructura metálica revestida con lámina de acero inoxidable o aluminio y reforzadas interiormente por medio de espuma de poliuretano o similar, debiendo resistir una carga de 100 daN aplicada en sentido transversal al plano de la hoja, en un área de 0,02 m2. Los cristales deberán cumplir con las características indicadas en la norma sncf ST-250 o equivalente. Las juntas de jebe deberán cumplir con las normas astm D-2000 o equivalente.

La distribución de las puertas de los coches equilibrará el flujo de pasajeros a desalojar por cada una de ellas. La apertura y cierre de ambas hojas será simultánea. Las juntas de jebe (protección de los usuarios y estanqueidad) colocadas a un lado de las hojas deberán ser proyectadas de forma que tengan flexibilidad suficiente para no causar lesiones a los pasajeros. El sistema de fijación deberá soportar condiciones de uso rudo. El mantenimiento, el montaje y el desmontaje deberán ser sencillos.

Los motores eléctricos de puertas, deberán ser alimentados por el sistema rectificador / batería.

El motor deberá de tener una vida útil de por lo menos 30 años en operación comercial.

El motor deberá estar dotado de apoyos de rodamiento blindados y tener una protección de tipo IP44. Los ensayos de los motores deberán seguir las condiciones de la norma IEC 34.

El equipo de control de puertas deberá garantizar, bajo cualquier circunstancia, la seguridad de los pasajeros, para lo cual tendrá en cuenta lo siguiente:

- El sistema contará con un mecanismo alternativo que en caso de falla o disfunción del equipo de control, lleve al sistema de puertas al cierre.
- Se tomarán las previsiones necesarias para que el tren se detenga automáticamente en caso que por algún motivo se abra una puerta, después de haberse iniciado la marcha.
- Autorización o Consenso del conductor o del ATP;

La apertura de puertas deberá satisfacer las siguientes condiciones:

- El tiempo entre el comando de la apertura y el término de su ejecución deberá ser inferior a 4,5 segundos, permitiéndose el ajuste de la velocidad al final de la carrera para que evite daños al equipo;
- Cuando las puertas estén libres, se podrán mover manualmente aplicando una fuerza longitudinal inferior a 10 daN.
- En cada una de las puertas se instalará una llave de emergencia de puertas que podrá ser accionada solo en casos de emergencia tan solo cuando la velocidad del tren sea menor a 5 km/h

Además, los equipos de control deberán contar con los elementos de comunicación con el equipo de diagnóstico del tren y almacenar información sobre el sistema de puertas.

El mecanismo de suspensión y conjugación de las puertas deberá tener el mínimo de partes sujetas a desgaste. Los períodos mínimos entre mantenimientos para lubricación y limpieza serán de 120.000 km., y el período mínimo entre cada revisión general será de 600.000 km.

El fabricante de las puertas indicará las operaciones de mantenimiento y ajustes necesarios permitiendo el nivelado de las hojas sin necesidad de desmontarlas del coche.

Los componentes del sistema de puertas deberán garantizar una vida útil superior a los 2.000.000 km.

Control de las Puertas en Operación Normal

La autorización de apertura y cierre de puertas, conforme a la operación del tren, será en la modalidad ATP o Manual. El consenso se ejecutará por el cierre de un contacto eléctrico del ATP o por actuación de un comando a cargo del operador del tren, teniendo en cuenta las condiciones de seguridad y de validación de la zona del punto normal de parada.

La apertura de las puertas de parte de los pasajeros será por mando local, utilizando botones colocados en correspondencia a las mismas puertas (en el interior y exterior del vehículo). Los mandos de anuncio de apertura y cierre de

puertas se instalarán de tal manera que permitan al conductor vigilar el acceso de los usuarios. Asimismo, en cada extremo del pupitre existirán los controles de apertura y cerrado.

El cierre de las puertas de acceso deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Cuando las puertas reciben el comando de cerrado, una alarma sonora de tipo electrónico deberá sonar por lo menos 1,5 segundos a más, ajustable, antes de activar los comandos efectivos.
- El tiempo entre el comando del cierre y el término de su ejecución deberá ser inferior a los 6 segundos, permitiéndose el ajuste de la velocidad. Antes del final de la carrera se tendrá una segunda velocidad más lenta que evite daños al usuario y al equipo.
- El esfuerzo longitudinal a aplicar sobre una hoja para impedir su cierre será de, cuando menos, 50 daN.
- El cierre de puertas deberá funcionar normalmente aun cuando se aplique desde el interior del coche una fuerza de 30 daN en forma transversal a la hoja.
- Las puertas deberán ser provistas de dispositivos de traba mecánica que actuarán automáticamente a través de captadores de posición cerrado.
- Se asegurará la permanencia del cierre de puertas en servicio normal, para autorizar la salida y circulación del tren. Deberá existir una señal luminosa en el exterior de cada coche, y en la cabina se dispondrá una señal luminosa y acústica que confirme el cierre de puertas.

La permanencia del cierre de puertas en servicio normal se perderá cuando se reúnan las siguientes condiciones:

- Velocidad inferior a 5 km/h.
- Autorización o consenso del conductor o del ATP.

Control de las Puertas en Emergencia

En caso de emergencia, en cada una de las puertas de acceso se instalará una manija de "apertura de emergencia" que podrá ser accionada a mano, y que se restablecerá por medio de la llave de servicio del conductor o remotamente desde la cabina de conducción.

Asímismo, en cada coche se instalará un mínimo de 04 manijas de "señal de alarma", convenientemente distribuidas, que podrán ser accionadas a mano, y que se restablecerán por medio de la llave de servicio del conductor o remotamente desde la cabina de conducción.

Cuando las puertas están en posición abierta, el sistema de tracción no deberá permitir el movimiento del tren mediante el manipulador de tracción.

Los mandos de "señal de alarma" y de "apertura de emergencia" serán independientes.

En caso de avería del mecanismo de operación de una puerta se podrá asegurar su cierre por medio de la llave de servicio o mediante un bloqueo y continuar el servicio normal con las puertas restantes.

Se colocará lámparas en el interior de los coches para anunciar el cierre de puertas a los pasajeros sordos. Estas lámparas estarán ubicadas en la parte media superior de las puertas y encenderán en forma parpadeante cuando sea anunciado el cierre de éstas. El color y la ubicación de éstas serán acordados entre el CONCESIONARIO y el CONCEDENTE durante la fase de proyecto.

El CONCESIONARIO deberá incluir en su Estudio Definitivo la descripción, diagramas y cálculos que justifiquen el cumplimiento de esta especificación.

1.6.2 Ventanas

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.

Las ventanas podrán ser fijas o tipo "vasitas" en la cual el cristal superior es abatible hacia adentro mientras que el inferior es fijo.

En el caso de ser ventanas fijas, se deberá asegurar la ventilación de emergencia al salón de pasajeros en caso no funcione el sistema de aire acondicionado.

En el caso de ser ventanas tipo vasitas, estas permitirán 15.000 movimientos sin presentar averías que afecten su funcionamiento, salvo los desgastes propios del uso normal.

Las ventanas se fijarán a la estructura mediante un sistema que garantice la estanqueidad, permita su fácil desmontaje y ofrezca seguridad contra desmontajes accidentales por esfuerzos normales aplicados. Las ventanas podrán desmontarse desde el exterior sin dañar el revestimiento interior del coche. Este sistema permitirá la sustitución del acristalamiento en un tiempo corto con un periodo de inoperatividad bajo.

Los cristales de las ventanas serán de seguridad, templados e incorporarán una lámina de protección antivandalismo. Estos cristales se ajustarán a la norma NF F 31-250 o equivalente.

Las lunas frontales tendrán un espesor tal que no pueda ser perforado por el impacto de objetos.

Los cristales deberán cumplir con las características indicadas en la norma SNCF ST-250 o equivalente.

1.6.3 Aislamientos

Para evitar la transmisión de vibraciones, ruidos e intercambios medioambientales, las paredes de los coches estarán provistas de un material aislante que no se deteriore por el contacto con solventes, por envejecimiento o humedad, siendo aplicado en el interior del coche en las zonas donde se requiera, de acuerdo con el diseño propuesto. En las zonas generadoras de calor se evitará su transferencia al interior de los coches, utilizando un material aislante adecuado.

Los materiales empleados para efectuar los aislamientos deberán estar clasificados en la categoría de productos ignífugos correspondientes a la norma NF F16-101 o equivalente.

El diseño del coche se deberá realizar teniendo en cuenta la eliminación al máximo de las fuentes productoras de ruido y el aislamiento o absorción del mismo, con el objeto de conseguir un nivel de ruido inferior a 74 dBA en el interior del coche, en las condiciones descritas en el acápite 4.3.6.

1.6.4 Revestimientos

Para el decorado interior, se deberá utilizar materiales de revestimiento que no necesiten pintura, que no presenten relieves que dificulten la limpieza y que tengan buenas características relacionadas con los siguientes aspectos:

- Resistencia mecánica;
- Resistencia al fuego;
- Baja emisión de humos y gases tóxicos;
- Resistencia a la abrasión;
- Resistencia al envejecimiento;
- Rigidez;
- Resistencia a la suciedad;
- Resistencia al graffiti;
- Posibilidad y facilidad de lavado.

Los materiales utilizados corresponderán a la categoría A2 con una clasificación que no rebase los índices M2-F2 en lo que se refiere a resistencia al fuego y emisión de humos de la norma NF F16-101.

Se dispondrá de los registros necesarios y suficientemente amplios para efectuar la revisión y reparación de los aparatos de forma que no sea preciso desmontar el revestimiento interior.

Paredes y Techo

El revestimiento de las paredes y techos interiores del coche podrán ser de resinas fenólicas, poliester, u otro material similar, siempre y cuando se cumpla con los índices definidos para la categoría A2 de la norma NF F16-101, preferentemente en paneles enteros, de espesor superior a 2 mm.

La fijación de los revestimientos se hará utilizando el menor número de juntas, molduras y tornillos, los que subsistan serán de acero inoxidable y los tornillos empleados serán del tipo antivandálico.

Las puertas de armarios deberán ser construidas con diseños robustos, articuladas con bisagras continuas de tipo plano y aseguradas con cerraduras rápidas accionadas con la llave de servicio y en material inoxidable.

Para el techo interior se utilizaran paneles similares a los citados para las paredes aluminio.

Pisos

La estructura del piso podrá estar formada por perfiles extrusionados de aluminio o por acero inoxidable.

El piso estará concebido para soportar una carga uniformemente distribuida de 6.5 kN/m² y una carga puntual de 2 kN sobre una superficie de 400 mm x 400 mm.

La parte inferior de la estructura del piso estará protegida térmicamente mediante una capa de material aislante. Esta solución deberá cumplir con el índice M2-F1 de la norma NF F16-101.

El material de revestimiento del piso deberá cumplir las siguientes características:

- Bajo índice de inflamabilidad
- Resistencia contra llamas
- Baja toxicidad por emisión de humos
- Superficie antideslizamiento
- Resistencia al desgaste y abrasión
- Resistencia a sustancias químicas
- Dureza
- Buena absorción de agua
- Resistencia a manchas
- Resistencia a llama del cigarro.

1.6.5 Asientos

Los asientos se colocarán en forma lateral-longitudinal. La cantidad mínima de asientos por coche con cabina será de 22 y por coche sin cabina será de 24.

El material constitutivo de los asientos será rígido, a base de resinas fenólicas, poliester reforzado con fibra de vidrio u otro material similar, además de perfiles metálicos no visibles.
Alternativamente, se aceptarán asientos de materiales distintos, previa aprobación.

Se deberá considerar dos (2) espacios para sillas de ruedas por cada tres (3) coches de un tren.

Los principios básicos que cumplirán los asientos son los siguientes:

- Presentarán características de resistencia al fuego en cumplimiento a la norma NF F16-101, categoría A2.
- Conformación de características anatómicas y ergonómicas para que no fatiguen las vibraciones.
- Ausencia total de ángulos vivos.
- Se distribuirán en módulos de cuatro (4) asientos con un ancho mínimo para cada asiento individual de 450 mm. Podrá haber también módulos individuales y módulos de dos asientos, con una anchura mínima de 450 mm por plaza.
- Los colores de los asientos guardarán armonía con el resto de la decoración interior.
- Los asientos para personas con dificultades de movilidad ("asientos reservados") serán de color diferente y en cantidad de cuatro (4) por coche. Los detalles se definirán en la fase de desarrollo del proyecto, en cumplimiento de la normatividad vigente.

En caso necesario se dispondrá de algunos asientos apoyados mediante una estructura tipo cajón, en el interior de los cuales se situarán los grifos de anulación de freno, seccionadores de coches, elementos del equipo eléctrico o de aire acondicionado, etc., accesibles mediante cerradura con llave de cuadradillo.

Su diseño deberá ser confortable e intercambiable entre sí, y de material de calidad auto extinguible. El asiento estará diseñado para resistir los esfuerzos transmitidos por los pasajeros sentados y de pie. El montaje y desmontaje de los asientos será sencillo, sin necesidad de retirar otros accesorios. El conjunto de asientos será de mantenimiento nulo.

Los asientos estarán colocados preferentemente en cantilever, es decir sujetos directamente a las paredes del vehículo para facilitar las labores de limpieza.

La estructura del asiento deberá ser de construcción robusta, ensamblada por soldadura. Las partes visibles estarán construidas en acero inoxidable o en aluminio. Las demás partes deberán ser protegidas con pintura anticorrosiva.

1.6.6 Aire Acondicionado

Se instalará un sistema de aire acondicionado en el salón de pasajeros, que será alimentado por el convertidor estático y tendrá una potencia frigorífica adecuada para mantener en el interior de los coches el rango de temperatura indicado en la curva de regulación de temperatura interior recomendada por la norma EN 14750 o equivalente.

La instalación estará formada por un grupo evaporador – ventilador y por un grupo compresor - condensador. El sistema de tubos del frigorífico que une el grupo compresor - condensador con el grupo evaporador – ventilador estará formado por tubos flexibles de rápido acoplamiento. Como alternativa, también se aceptarán soluciones con equipos compactos.

Para la revisión y reparación de los equipos se deberá poder acceder fácilmente desde el interior de los coches.

El equipo será de categoría A1 y deberá responder a las normas de fuego y humo NF F16-101 y nf f16-102 o equivalentes.

En su Estudio Definitivo, el CONCESIONARIO incluirá el estudio del sistema de aire acondicionado, mediante el cual demuestre el cumplimiento de esta especificación.

1.6.7 Pasamanos

En el salón de pasajeros se ubicarán convenientemente apoyos o pasamanos próximos a cada puerta y a lo largo de la zona de asientos para otorgar seguridad a los usuarios. Estos pasamanos estarán formados por elementos tubulares de acero inoxidable u otro material equivalente, de una resistencia mecánica adecuada a los requerimientos de carga.

En los casos en que se requiera la unión de dos pasamanos, se emplearán elementos compactos con componentes de fijación ocultos, elaborados en acero inoxidable u otro material de resistencia comprobada, que permitan realizar su montaje y desmontaje sin necesidad de retirar columnas u otros elementos. Todos los tornillos que deban quedar expuestos serán del tipo anti vandálico y del material antes indicado.

Durante la fase de proyecto, el CONCESIONARIO presentará al CONCEDENTE un modelo 3D en Autocad del salón de pasajeros, el cual incluirá la distribución de los pasamanos.

El Estudio Definitivo incluirá dos alternativas de distribución de pasamanos que permitan su evaluación, tomando en cuenta el flujo de pasajeros y la distribución del peso.

Los pasamanos estarán a una altura aproximada de 1,80m sobre el piso terminado.

1.6.8 Paso entre coches

Se ofrecerá un pasillo de ínter circulación entre coches, logrando que el salón de pasajeros se extienda a toda la formación, el cual se deberá regir por las siguientes características:
La zona libre de paso será como mínimo de 1.500 mm de ancho y 2.000 mm de alto.

El pasillo estará perfectamente iluminado y dispondrá de asideros en concordancia con el resto del tren.

Será robusto, ligero y capaz de resistir todas las solicitaciones 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.

Formará una unión perfectamente estanca, impidiendo la entrada de polvo o agua incluso en el lavado mecánico, así como una correcta insonorización.

Los elementos del pasillo no serán accesibles a los viajeros, especialmente los móviles, para evitar accidentes o actos de vandalismo. En general será de fácil limpieza y con la superficie interna protegida anti graffiti.

Vida mínima de 15 años

1.6.9 Alumbrado

El sistema de alumbrado del salón 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 deslumbramiento.

El alumbrado del salón de pasajeros de los trenes podrá ser normal o de emergencia.

Alumbrado normal

Este sistema ofrecerá una iluminación, de acuerdo a los niveles indicados más adelante, sin efectos de sombra. Su alimentación se podrá hacer a partir de la fuente de corriente alterna, en 220 V. o en corriente continua a través de convertidores electrónicos conectados al convertidor estático de la unidad de tracción.

Alumbrado de emergencia.

Este tipo de alumbrado funcionará permanentemente y se mantendrá encendido ante la ausencia de la alimentación de la corriente eléctrica alterna, 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 45 minutos y desconectará automáticamente después de este tiempo.

Operación del Alumbrado

El alumbrado del salón de pasajeros estará disponible, a partir del accionamiento del botón de encendido de los trenes, en presencia de baja y alta tensión. 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.

Nivel de Iluminación

Los niveles a considerar para los dos tipos de alumbrado a 1,2 m del suelo son los siguientes:

Alumbrado Normal (incluye las lámparas de emergencias)	300 lux mínimo
Alumbrado de Emergencia	50 lux mínimo

Las medidas de luminosidad y el cálculo del factor de uniformidad de iluminación se harán tomando como base la norma UIC 555 o equivalente.

Las lámparas a utilizar serán fluorescentes, de 36 o 40 W, con arrancadores electrónicos de encendido rápido y con una vida útil mínima de 7.000 horas.

Si una lámpara se quema, esto no deberá provocar el apagado de otra.

1.6.10 Inscripciones y Placas Interiores

Las inscripciones interiores serán acordadas durante la fase de proyecto. Las inscripciones mínimas serán las siguientes

Identificación Interior

- Placas del fabricante.
- Número de serie y número del coche.
- Placas de «señal de alarma» en acero inoxidable.
- Inscripción en los cristales de las puertas «por su seguridad no apoyarse».
- Inscripción «no fumar».
- Placa «abrir» en el mando de las puertas de acceso.
- Plano actualizado de la Línea 1, colocado encima de las puertas de acceso.

Todos los rótulos serán redactados en idioma castellano y serán previamente aprobados. Los dispositivos de encendido del tren y de encendido del alumbrado de la cabina deberán contar con una señalización foto luminiscente.

Todos los aparatos mecánicos y eléctricos, incluyendo los paneles de los equipos, serán rotulados de modo que el personal de conducción y de mantenimiento puedan identificarlos fácilmente, se incluirán el nombre del Fabricante y el número de serie del equipo.

Los rótulos sobre placas con relieve serán resistentes al rayado, de fácil limpieza y con un sistema que asegure su sujeción.

1.7 Cabinas Guía (de conducción)

Las cabinas guía (de conducción) serán concebidas de modo tal que el personal a cargo pueda realizar su función con eficacia y seguridad. Todos los elementos constitutivos de la cabina deberán ser estudiados con el fin de protegerlos del vandalismo.

En la concepción del puesto de conducción se tendrán en cuenta todos aquellos factores que racionalicen el trabajo del conductor como son: una buena visibilidad, buenas condiciones de ventilación y temperatura, una manipulación sencilla de los órganos de conducción, un confort aceptable con atenuación de ruidos y vibraciones, asiento adecuado, etc.

Las cabinas de conducción serán lo suficientemente amplias para que los movimientos del personal se efectúen sin dificultad, especialmente en caso de emergencia, por lo que no podrá admitirse ningún obstáculo que dificulte dichos movimientos.

En la cabina podrá instalarse uno o dos parabrisas frontales, que aseguren al personal una excelente visibilidad de la vía y de la señalización, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la norma UIC 617.7 o equivalente. Tendrán un espesor tal que no puedan ser perforadas por el impacto de objetos sólidos. El parabrisas será de cristal laminado de seguridad, y podrá estar entintado en su parte superior, según lo que se acuerde con el CONCEDENTE. El cristal se montará en el exterior de la cabina, por medio de juntas de jebe o adhesivo especial y seguro metálico de acero inoxidable que garanticen la fijación y estanqueidad permanente.

Los parabrisas frontales deberán resistir impactos de acuerdo a lo establecido en la norma UIC 651 o equivalente, así como los requerimientos indicados en la norma SNCF ST-250 o equivalente. El parabrisas estará equipado con sistema de desempañamiento incorporado, basado en resistencias.

El asiento del conductor estará situado convenientemente para permitirle el acceso a todos los elementos necesarios para la conducción y control del tren, será cómodo, compacto y regulable. El asiento formará un conjunto resistente y deberá fabricarse con materiales de calidad, será auto extendible. El diseño deberá someterse a la aprobación del CONCEDENTE.

1.7.1 Banco de Maniobras (pupitre de conducción)

Cada cabina deberá contar con un banco de maniobras (pupitre de conducción) en el que se instalarán los aparatos de mando y control de los diversos equipos que forman el tren. Con objeto de no sobrecargar el pupitre, los equipos que no tengan una función activa en la conducción estarán situados en un panel superior o sobre paneles laterales con acceso directo a los componentes.

El conjunto del pupitre debe ser resistente y estético, los materiales empleados serán del tipo inastillable, fácilmente lavables, que no se decoloren con el uso y el tiempo y resistentes a la abrasión.

Los aparatos de mando de utilización frecuente estarán dispuestos de modo que puedan ser accionados cómodamente por el conductor desde su asiento, cuya distribución será similar a la de los trenes actuales. En la etapa de proyecto se definirá la distribución definitiva.

Los aparatos de control estarán situados frente al conductor de modo que queden dentro de su campo de visión y maniobra. Las señales luminosas serán a base de led (pantallas de cristal líquido) parte de un sistema, visibles aun a plena luz diurna. La intensidad del brillo de los elementos de señalización será regulable para evitar molestias a los conductores.

La disposición y montaje de aparatos dentro del pupitre de conducción se efectuará de modo que las operaciones de mantenimiento y sustitución de éstos puedan efectuarse con facilidad. Se incluyen: manipulador de tracción - frenado, manómetros, voltímetro, llave de sentido de marcha, micrófono de voceo, micrófono de radioteléfono, etc.

Los conmutadores de conducción y de servicio del tren deben tener un mecanismo de uso semi rudo y cumplir con las maniobras indicadas en la norma NF 6.200 o equivalente. Todos los conmutadores y llaves deben cumplir con las normas de fuego y humo NF 16.101 y NF 16.102 o equivalentes.

Los siguientes componentes formarán parte de la cabina de conducción:

Interior

- Extintor de polvo químico seco (PQS) colocado en lugar accesible. La fijación de éstos será firme y de fácil desmontaje.
- Un parasol para cada parabrisas, abatible y ajustable, que garantice que el conductor no se deslumbre en vías superficiales.
- Un dispositivo de «señal de alarma» fácilmente accesible.
- Dos pasamanos verticales situados cerca de las puertas laterales.
- Un marco para colocar las laminillas que contienen las matrículas de los coches que componen el tren.
- Una escalera para bajadas de emergencia a las vías.

Exterior

- Un aparato luminoso indicador de destino y numerador del tren, diseñado para una lectura fácil, incluso a plena luz del día.
- Limpiaparabrisas de operación electro neumático, probado ampliamente en el campo ferroviario, con velocidades, dosificador de agua y un aditamento que permita su acción manual.
- Una bocina acústica, con mando electro neumático, colocada en el techo y accionable desde el banco (pupitre).

En la fase de proyecto se presentará al CONCEDENTE un modelo 3D en Autocad de la cabina, incluyendo la unión al primer coche de pasajeros, con la disposición de todos los elementos para su análisis y validación.

1.7.2 Puertas de Acceso a la Cabina

El acceso a la cabina guía desde el exterior se hará, de preferencia, por medio de puertas laterales de tipo batiente, con apertura hacia el interior de la cabina, provistas de una cerradura para llave de servicio y manija externa e interna. La manija, accesorios y otras partes visibles se fabricarán en acero inoxidable. Las puertas deberán medir, como mínimo, 0,5 x 1,9 m y estarán provistas de ventanas con lunas corredizas.

Para facilitar el acceso desde la vía se preverá una escalerilla con sus correspondientes asideros.

Tanto el mecanismo de la puerta como el de la chapa deberán garantizar un desempeño de 700.000 movimientos, sin que presenten avería alguna y con un mínimo desgaste de sus partes.

Como alternativa, en su Estudio Definitivo, el CONCESIONARIO podrá presentar al CONCEDENTE otra propuesta para el acceso a la cabina guía desde el exterior, para su aprobación.

Asimismo, se contará con una puerta de intercomunicación entre la cabina guía y el salón de pasajeros. Esta puerta dispondrá de una cerradura con acción por ambos lados. El cerrojo se accionará con la llave de servicio y se deberá garantizar 50.000 movimientos sin presentar avería o desgaste en los elementos que lo constituyen. Las bisagras serán fabricadas en acero inoxidable.

1.7.3 Iluminación de la Cabina

La iluminación interior de la cabina de conducción se hará por medio de una lámpara fluorescente alimentada permanentemente a partir de la fuente de corriente continua de la batería. Se colocará dos conmutadores en la cabina para poner en servicio esta iluminación.

El alumbrado de la cabina deberá asegurar una iluminación eficiente que no deslumbre al conductor, con un nivel de 50 luxes en el pupitre, que evite que, al reflejarse la luz sobre éste, se dificulte la apreciación de las señales.

1.7.4 Aire Acondicionado de la Cabina

Se instalará un sistema de aire acondicionado en la cabina de conducción que será alimentado por el convertidor estático y tendrá una potencia frigorífica mínima de 3.500 Frig/h.

La instalación estará formada por un grupo evaporador - ventilador, en la cabina guía, y por un grupo compresor - condensador, ubicado en el techo. El sistema de tubos del frigorífico que une el grupo compresor - condensador con el grupo evaporador – ventilador estará formado por tubos flexibles de rápido acoplamiento. El equipo será de categoría A1 y deberá responder a las normas de fuego y humo NF F16-101 y nf 16-102 o equivalentes. También se aceptarán soluciones con equipos compactos.

Como otra opción de emergencia en caso de avería del sistema de AA en la cabina, se permitirá que la zona de conducción se climatice con el equipo de climatización del salón de pasajeros a través de un booster, para este fin se preverá la instalación de mando manual que permita impedir la impulsión de aire al puesto de conducción.

1.7.5 Luces de Protección de los Trenes

En la parte delantera de las cabinas de conducción se colocarán, en el exterior bajo el parabrisas, 4 faros, los cuales indicarán el sentido de circulación del tren o su condición de estacionado. Los faros extremos emitirán una luz roja, los centrales, una luz blanca.

Los faros de luz blanca se encenderán en la cabina con marcha adelante y los faros de luz roja se encenderán en la cabina opuesta. La elección de operación de éstos será automática por el sentido de marcha elegido. En un tren estacionado, los faros extremos de ambas cabinas se mantendrán alimentados para emitir una luz roja de protección.

En los faros, se instalarán lámparas de halógeno, o de intensidad luminosa similar y de inclinación ajustable, que permitan apreciar la presencia de objetos en la vía a una distancia de 150 m en tramo recto. Estos faros serán alimentados directamente por las baterías y potencia mínima de 200 W tipo "sealed beam".

1.7.6 Luces de Identificación e Indicador de recorrido

Sobre la parte superior delantera de los coches con cabina se instalarán dos luces de color ámbar que enmarquen el número de tren y el indicador de recorrido. Estas luces serán operadas por medio de un conmutador que estará colocado en la cabina y tendrán posiciones de emisión: fija o intermitente.

La distancia a la cual ambos deben ser perfectamente legibles será de 150 m. Su mando deberá hacerse sin dificultad desde el techo de la cabina de guía.

1.7.7 Bocina Acústica

En cada coche con cabina se instalará una bocina de tipo ferroviario de operación electroneumática, cuyo sonido pueda ser escuchado en la zona superficial de la línea a una distancia mínima de 150 m. El claxon será accionado por un botón desde el banco de maniobras.

El Estudio Definitivo incluirá dos alternativas, en dibujos y diagramas, de la cabina de conducción, tanto interior como exterior. Esta propuesta deberá tomar en cuenta la mejor distribución de los elementos, así como el mejor arreglo ergonómico para el conductor.

1.8 Toma de corriente y cableados

1.8.1 Pantógrafo

Además de la descripción del punto 1.5.7 se tendrá en cuenta lo siguiente.

Todas las estructuras del pantógrafo deberán estar eléctricamente bajo tensión y la corriente deberá derivarse de un borne fijado en el bastidor. Por consiguiente, los aisladores de base deberán efectuar el aislamiento del pantógrafo de las estructuras del vehículo.

Las articulaciones del pantógrafo estarán "puenteadas" en forma adecuada para evitar el paso de corriente por ellas.

El contacto con la catenaria se realizará a través de insertos de carbón grafitado.

El dispositivo de elevación deberá contar con una válvula que permita regular la velocidad de elevación y de descenso.

Al lado de cada pantógrafo se situara un dispositivo de seguridad contra sobretensiones, estática, carente de reglajes, de mantenimiento y cuyas características no se degraden con el tiempo no agentes exteriores.

Sobre el techo del coche, en la región prevista para la instalación del pantógrafo, deberá ser colocado una protección que garantice la no propagación de llama, que deberá proporcionar un aislamiento eléctrico no menor de 15 kV. La superficie libre de esta protección deberá ser de tipo antideslizante.

Deberá ser prevista la conexión de los pantógrafos a dispositivos de puesta a tierra, de modo que cuando sea activado, inhiba totalmente cualquier accionamiento de levantamiento del mismo.

Deberá tener un dispositivo de seguridad para garantizar que el acceso a compartimientos con conexiones en alta tensión sea realizado a través de llaves que solamente podrán ser liberadas después de la puesta a tierra del pantógrafo y de los circuitos de potencia de los trenes.

1.8.2 Cableado de Alta y Baja Tensión

Los cables eléctricos destinados a alimentar los diferentes equipos que se utilizarán en los coches deberán ser seleccionados para soportar la tensión y corriente de los mismos, de tal manera que aseguren continuidad y elevada fiabilidad durante el servicio.

Los cables deberán operar satisfactoriamente en grupos de conductores, en ambiente cerrado (sin ventilación) y expuestos a las radiaciones térmicas del equipo eléctrico de los coches y de los cables adyacentes. Además, deberán estar diseñados para soportar temperaturas de sobrecarga, sobretensión y cortocircuitos que se puedan presentar durante la operación, sin degradación de sus características.

Los cables deberán soportar, también sin degradación o deterioro alguno, la exposición eventual a solventes y lubricantes.

Los conductores del cableado de alta y baja tensión, así como sus aislamientos, deberán cumplir con las normas uic 895 or, cei 1034, nfc 32-101, nfc 33-010, nfc 32-012, nfc 32-200, nh 32-80 e iceas 19-81, o equivalentes.

La cubierta aislante de los conductores deberá ser libre de halógeno, tomando en cuenta todas las condiciones de operación con las mejores características mecánicas, eléctricas y químicas, asegurando así una elevada fiabilidad en el servicio.

De acuerdo con el diseño del tren, los cables que así lo requieran deberán estar blindados para evitar la interferencia electromagnética. En la cubierta del aislamiento se deberá indicar los siguientes datos: tensión nominal del cable, tipo de aislamiento, clase y sección nominal del conductor.

Los cables tendrán una marca distintiva del Fabricante y las siglas que constituyen la designación, así como el año de fabricación. La separación máxima entre el final de una inscripción y el comienzo de la siguiente será de 50 cm y se aplicará con pintura indeleble sobre la cubierta exterior.

El cableado de los diferentes circuitos se montará de tal manera que no impida o dificulte su montaje y desmontaje en los coches, considerando los siguientes criterios:

Todos los cables unitarios, arneses y cables múltiples deberán estar rotulados o etiquetados en sus extremos, de acuerdo con los esquemas eléctricos y de cableado correspondientes, estos señalamientos deberán ser perfectamente visibles sin degradación alguna con el paso del tiempo.

El cableado bajo bastidor estará colocado en conductos, excepto las acometidas a los diferentes equipos.

Se deberá utilizar canalizaciones para proteger el cableado en las zonas que lo requieran, para evitar toda posibilidad de roce de los cables con partes metálicas.

Los cableados de los circuitos de alta y baja tensión, directa y alterna, así como los circuitos de seguridad y comunicación, serán totalmente independientes entre sí.

Las terminales que se utilicen, especialmente las aplicadas a presión, deberán garantizar la continuidad bajo las condiciones de operación, asegurando que las vibraciones no afecten su funcionamiento. Se aceptará el uso de conexiones sin tornillo, las cuales se someterán a la aprobación del CONCEDENTE.

Las tablillas de conexión deberán contar con identificaciones que permitan una rápida instalación de los cables para facilitar las intervenciones de mantenimiento.

En caso de utilizarse fundas destinadas a contener los cables, el material de éstas será resistente al calor y a las vibraciones, de conformidad con la norma NF F16-101 o equivalente.
Las uniones eléctricas entre los equipos instalados en los bastidores de la caja y en los bogies serán realizadas por medio de cables de longitud apropiada, rematados en cada extremidad por una toma de contactos múltiples, que permita su cambio rápido durante el mantenimiento.

Con el fin de permitir reparaciones eventuales y evitar esfuerzos mecánicos en las conexiones de los circuitos de baja tensión, deberá considerarse en cada conexión una longitud suplementaria de, por lo menos, 12 cm en cada extremo del cable.

Las diferentes partes metálicas de los coches y de los diversos órganos eléctricos y electrónicos, serán conectadas a la estructura de la caja a través de trenzas flexibles de sección suficiente.

1.8.3 Acoples Eléctricos

La conexión eléctrica entre coches y la comunicación entre los equipos instalados en los mismos se efectuará por medio de acoples eléctricos removibles que estarán formados por cables de tipo múltiple, con funda de hule resistente a solventes y lubricantes.

El número de cables será establecido por las necesidades del diseño del tren, proveyendo una reserva del 10% de hilos que quedarán disponibles para futuras aplicaciones.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ASESORA LEGAL - Proinversión
JEFE DE PROYECTOS - Proinversión

Los acoples eléctricos tendrán tomas en cada uno de sus extremos, las cuales se acoplarán a las tomas instaladas en los extremos de las cajas. Cada toma tendrá una guía y un seguro que evite su desconexión.

Las tomas instaladas sobre el cuerpo de los coches contarán con un dispositivo, que asegure su perfecta estanqueidad en caso de no ser usadas, y tener un seguro que impida su pérdida o extravío.

La longitud de los cables acopladores entre coches deberá ser suficiente para evitar que se vean sometidos a esfuerzos mecánicos durante la operación de los trenes.

En función del diseño del tren, los acoples eléctricos deberán incorporar cables blindados para protección contra interferencias electromagnéticas.

1.8.4 Elementos de Protección Eléctrica

Todos los equipos eléctricos de alta y baja tensión estarán protegidos por elementos que eviten daños en caso de sobretensiones, sobrecorrientes y cortocircuitos. Los elementos de protección se ubicarán en lugares de fácil acceso y estarán debidamente identificados.

En el caso de los circuitos de alta tensión, su protección se logrará a través de elementos apropiados que cuenten con fijaciones y conexiones seguras y de fácil reemplazo.

En los circuitos de corriente alterna y directa de baja tensión se elegirá magnetotérmicos de rearme manual, su colocación será en tablillas de fácil acceso e identificadas. En la fase de proyecto se justificará la capacidad y tiempos de respuestas de los diferentes elementos de protección empleados en el tren.

Los elementos de protección serán de aplicación ferroviaria.

1.8.5 Equipos y Arreglos Diversos

Los elementos que a continuación se mencionan estarán sobre el exterior de las cajas:
Estribos de acero inoxidable o de aluminio en la parte inferior del marco de las puertas de costado y de cabina.

Un estribo y dos pasamanos que permitan el acceso a la cabina.

Placas de apoyo para gatos mecánicos durante el levantamiento de las cajas, de acuerdo al diseño de las mismas, y pernos de maniobra y ajuste a la caja bogie.

Los órganos mencionados a continuación estarán en el interior de los coches:

- Dispositivo (manija) de "señal de alarma" cerca y a un costado de cada puerta deslizante de los coches de pasajeros.
- Bocinas del sistema de sonorización instaladas sobre los compartimentos y cuyas características se detallan en el acápite correspondiente en esta especificación.
- Dispositivos para el control de los pasajeros por medios electrónicos ubicados en los marcos superiores de las puertas de acceso de los coches o por medio de válvulas sensoras de carga instaladas en el piso de los coches o a través de otra solución técnica de probada eficacia instalada en la vía férrea.

1.9 Equipo Neumático

El sistema neumático del tren comprende los aspectos de producción, tratamiento, almacenamiento y distribución del aire comprimido, donde están incluidos motocompresor, secador de aire, depósitos, regulación, protecciones y accesorios para su interconexión.

La producción de aire comprimido deberá ser suficiente para que las funciones que desempeñan los equipos de accionamiento neumático, principalmente las de seguridad del tren, se cumplan conforme a lo establecido en esta especificación. Se dispondrá de un secador de aire entre la unidad de compresión y el tanque de almacenamiento. Los consumos de aire comprimido son fundamentalmente para: Equipo de Freno Neumático, Suspensión Neumática, Pantógrafo, Engrase de Pestaña, Equipo de Arenado, Equipos Auxiliares.

La apropiada selección de los componentes que realice el CONCESIONARIO permitirá garantizar un suministro de aire seco, limpio y frío. Éste presentará, en su Estudio Definitivo, la descripción y los diagramas del sistema neumático completo, así como los cálculos de consumo de aire y tasa de funcionamiento del compresor, considerando su aplicación a los equipos de operación neumática previstos en la presente especificación, entre los que destacan: el sistema de frenado mecánico (con accionamiento neumático), la suspensión secundaria y el pantógrafo, y circuitos auxiliares, así como el aire seco empleado en la regeneración del material absorbente del propio secador.

El sistema de suministro de aire deberá estar dimensionado para cumplir con las siguientes condiciones, simultáneamente a partir de la presión de salida de la unidad de compresión, sin llegar a la presión mínima de la tubería principal que lleve al tren a un frenado de emergencia:

- Variaciones rápidas de la carga de aire de vació a cargado
- dos ciclos completos de alivio y aplicación de freno
- un ciclo completo de izamiento y descenso de pantógrafo
- fuga de aire del tren de acuerdo a la norma IEC 1133

El tiempo máximo de cargado del sistema de aire comprimido del tren de vació hasta la presión máxima de trabajo deberá ser inferior a 8 minutos.

1.9.1 Unidad de Compresión de Aire

El compresor podrá ser de tipo rotativo, o de tipo alternativo (reciprocante), acoplado directamente a un motor asíncrono trifásico. Cada Tren unidad eléctrica (TUE) contará con dos grupos motocompresores que podrán funcionar en forma individual o simultánea (sincronizada), con el fin de abastecer a todo el tren, bajo el régimen de arranque y paro en un rango de presiones acorde con el diseño del tren.

El sistema neumático deberá incorporar en su diseño la especificación de un nivel normal de funcionamiento de los grupos motocompresores con ciclo de carga de 30 ~ 35%.

En caso de falla de uno de los compresores, el otro deberá suplir el funcionamiento del primero, o de ser el caso, compensar esta deficiencia con el aumento de su ciclo de trabajo.

Cada grupo motocompresor estará dispuesto bajo el bastidor de los coches mediante una estructura suspendida por elementos elásticos que limite la transmisión de vibraciones al salón de pasajeros y que también permita un fácil desmontaje e inspección durante las labores de mantenimiento. El nivel de ruido máximo permitido será de 75 dBA medido a 1,5 metros del piso del vehículo.. El período entre mantenimientos menores del compresor será superior a los 30.000 km. y su revisión general no se realizará antes de los 240.000 km.

El compresor deberá contar con las protecciones de presión y temperatura necesarias para evitar daños a los equipos y al personal de mantenimiento.

El compresor deberá ser de unidad de acoplamiento directo flexible con motor de corriente alterna.

Las conexiones eléctricas, neumáticas y mecánicas serán robustas, confiables, de fácil instalación y de la calidad que exige la operación de un sistema ferroviario.

1.9.2 Motor Eléctrico

El motor que se utilizará para accionar los compresores será asíncrono, tipo jaula de ardilla, alimentado por el convertidor estático. En el diseño, fabricación y pruebas del motor se deberán satisfacer las normas IEC 349, UIC 619 o equivalente, con aislamiento clase F y autoventilados. Deberá contar sobre la carcasa, en su parte superior, con una caja de conexión hermética que permita su empalme con los circuitos del coche a través de una toma rápida.

El inducido deberá ser instalado sobre rodamientos que aseguren una vida útil superior a 1.400.000 km. El inducido será balanceado para permitir un funcionamiento seguro y eficiente a la velocidad correspondiente.

Se deberá considerar las medidas necesarias sobre el cuerpo del motor para efectuar las labores de inspección y mantenimiento que se requieran.

La alimentación del motor asíncrono será a través del convertidor estático que alimenta a los circuitos auxiliares del tren y adecuada a la potencia del motor, con todas las protecciones necesarias que aseguren un funcionamiento confiable. El período mínimo entre mantenimientos mayores será de 700.000 km.

1.9.3 Secador de Aire

El aire comprimido, después de la salida del compresor, pasará por un refrigerador, por un separador de aceite en suspensión y por un secador de aire adecuado al gasto, operación y condiciones ambientales.

La regeneración del material absorbente se efectuará al apagarse el grupo motocompresor, mediante el aire seco contenido en el tanque auxiliar.

1.9.4 Tanques de Aire Comprimido

Se proveerá de depósitos principales para almacenamiento del aire comprimido de una capacidad tal que asegure el suministro de aire a los equipos neumáticos del tren, y un dispositivo auxiliar en cada coche de forma tal que pueda efectuarse, como mínimo, tres frenados consecutivos de emergencia a fondo con

detención del tren, en caso de no funcionar el compresor, así como el accionamiento de puertas de ser con mando neumático.

Los depósitos principales estarán en comunicación por medio de una tubería de equilibrio de la cual saldrán las derivaciones para los diversos circuitos.

Los depósitos principales y auxiliares deberán cumplir, con la normativa UIC o equivalente, y se protegerán con recubrimientos de gran resistencia a la corrosión que garanticen una vida útil de 30 años. Asimismo, los depósitos contarán con las válvulas de purga y de seguridad necesarias.

1.9.5 Control, Mando y Regulación

Los paneles de mando neumático, conformados por electro válvulas, transductores y válvulas, constituyen el control, mando y regulación de los sistemas de frenado y pantógrafos; los cuales deberán ser de fácil acceso para su inspección y mantenimiento.

Cada grupo motocompresor deberá tener un regulador ajustado a la presión mínima y máxima de operación. Para el arranque, actuará el mando de los grupos cuando el primer regulador detecte la presión mínima de trabajo; y para el paro, cuando el último regulador detecte la presión máxima.

Se señalará en cabina la falla de los compresores indicando el coche en el que se presente la avería. Además, existirán dispositivos que permitan controlar la alimentación del motor durante las intervenciones de mantenimiento que serán del tipo utilizado en la rama ferroviaria.

De preferencia, se colocarán manómetros en cada coche, para la vigilancia de la tubería de equilibrio y de la presión de frenado.

El circuito eléctrico de comando de la unidad compresora deberá de poseer una llave eléctrica de 3 posiciones (abierto, cerrado automático y cerrado local), localizada en un armario eléctrico y otra llave en serie con dos posiciones (abierto y cerrado) localizada en el panel del compresor. El circuito eléctrico de comando deberá indicar la señalización de falla el monitor de la cabina. Se deberá contar con una protección contra la inversión de rotación del compresor.

El circuito de comando de la unidad de unidad de compresión de aire deberá ser sometida a ensayos conforme a la norma IEC 60077.

1.9.6 Instalación Neumática

Las tuberías serán de cobre o acero inoxidable de espesor reforzado u otro material metálico resistente a la corrosión. La unión de los aparatos y tuberías se realizará con la ayuda de conectores de bronce u otro material metálico de instalación rápida que resista la corrosión.

Para el interior de la caja se podrá emplear tubería de poliamida flexible, conforme a la norma une 25.289 o equivalente.

Instalación de Tuberías

Se proyectará la instalación de forma tal que la mayoría de elementos se agrupe en paneles neumáticos, para asegurar una instalación compacta y de fácil manejo y mantenimiento.

La fijación de la tubería al bastidor se efectuará por medio de bridas. La distancia entre dos bridas consecutivas, así como la distancia entre éstas y los aparatos neumáticos deben ser determinadas para evitar:

- Vibraciones de tuberías
- Esfuerzos sobre los conectores y aparatos y sus órganos de fijación
- Golpeteo sobre elementos de las tuberías o de los aparatos

El radio de curvatura de las tuberías neumáticas será el mayor posible.

Las tuberías deben instalarse tan rectas como sea posible y con el número mínimo de uniones. Todo el sistema de tuberías debe disponerse para evitar el desplazamiento, tanto de las tuberías como de los demás elementos unidos a ellas, como consecuencia de las vibraciones, por el peso u otras causas. La disposición de las mangueras flexibles debe evitar el contacto con elementos próximos debido al movimiento relativo entre bogie y caja.

Las derivaciones de las tuberías serán por la parte superior, obligándose a un giro de 180º. Esta condición estriba en evitar el paso de agua procedente de la condensación.

La disposición de las mangueras flexibles debe evitar el contacto con elementos próximos debido al movimiento relativo entre bogie y caja.

En la disposición de las tuberías se evitará las curvaturas que puedan acumular productos de condensación.

Las llaves de aislamiento del circuito neumático deben ser fácilmente accesibles. La manija de las mismas estará en línea con la tubería cuando las llaves estén en posición abierta.

Antes de su montaje, se procederá a una limpieza del interior de las tuberías.

1.10 Equipo Eléctrico de Tracción y Frenado

El objetivo fundamental de este equipo es cumplir con las exigencias de tracción y frenado establecidas en la presente especificación, el mayor ahorro energético posible, los coeficientes de fiabilidad y disponibilidad contenidos en esta especificación, y costos de mantenimiento reducidos.

El equipo de tracción estará diseñado para funcionar a 1.500 Vcc +20% / -30%
El equipo eléctrico deberá ser único para el mando del tren unidad eléctrica. La TUE dispondrá de equipos de tracción constituido por: motores asíncronos, onduladores con tecnología basada en igbt (inversores), contactores de seccionamiento, electrónica de control con base en microprocesadores, filtros de entrada y elementos auxiliares conectados directamente a la línea.

El sistema eléctrico de tracción y frenado deberá estar diseñado para garantizar que el tren pueda recorrer vías con pendiente máxima de 5% en tramos prolongados de hasta 1.000m. Asimismo, deberá realizar la conexión permanente de los motores, dos o cuatro en paralelo en cada coche motor. Por consiguiente, se deberá instalar para cada toma de corriente un interruptor extrarrápido para alimentar y proteger los circuitos de toda la unidad.

El frenado eléctrico será reostático y de recuperación, según la capacidad receptiva de la red, conmutándose automáticamente de uno a otro con la mínima influencia cinemática en cualquier momento de la fase de frenado.

El freno de servicio será eléctrico y estará concebido para obtener la máxima recuperación de energía, por lo que será enviada a la catenaria toda la energía eléctrica que ésta admita durante el frenado eléctrico. El frenado reostático podrá disipar hasta el 100% de la energía máxima procedente del frenado eléctrico, manteniéndose el frenado de fricción (con accionamiento neumático) alternativamente.

Las resistencias de frenado reostático de cada circuito de tracción disiparán solamente la energía generada en el circuito y no de otros en el mismo tren.

El equipo deberá ser comandado por señales generadas por el manipulador, determinando el modo de trabajo (tracción, neutro o frenado).

La anulación del frenado eléctrico en forma parcial o total podrá hacerla el conductor desde cualquier cabina, con posibilidad de realizarse en forma automática.

Los onduladores serán del tipo VVVF (variación de tensión y frecuencia de la alimentación de los motores), conectado directamente a la línea, sin chopper intermedio.

La desaceleración del frenado se adecuará de manera automática al estado de carga de cada uno de los coches.

En caso de falla del freno eléctrico, o a baja velocidad, éste será sustituido automáticamente por el freno mecánico de fricción (con accionamiento neumático), con el mismo esfuerzo total. El sistema utilizado en la sustitución del freno eléctrico por el neumático deberá asegurar que ningún coche del tren quede sin freno bajo ninguna circunstancia. En el Estudio Definitivo se indicará el método sugerido.

Existirá también un modo de operación de «maniobra» para circulación en taller, maniobras de aproximación, etc. con aceleración y velocidades limitadas a valores reducidos (10 km/h).

En lo referente a vibraciones y choques, los equipos deberán ajustarse al cumplimiento de la norma IEC 77 o equivalente. Asimismo, los materiales utilizados se ajustarán a las exigencias de resistencia al fuego y emisión de humos contenidas en la norma nf 16-102 o equivalente.

En el Estudio Definitivo se presentará la descripción, diagramas y cálculos de todos los equipos y elementos que componen el sistema de tracción y frenado.

1.10.1 Características Generales

Todos los componentes pertenecientes a circuitos electrónicos deberán responder a las especificaciones uic, cei y/o normas internacionales equivalentes.

Asimismo, se deberá entregar toda la normativa relativa al control de calidad de componentes y equipos electrónicos.

El control de tracción de cada coche se efectuará mediante un equipo controlado por microprocesadores que deberán incorporar autodiagnóstico de fallos con las siguientes funciones de apoyo:

- Ayuda al mantenimiento del tren por conexión con el equipo de monitoreo.

- Realización de la autoprueba de mando y potencia como resultado de una demanda de prueba del sistema de mando y control del tren.
- Envío de resultados del elemento a desmontar si procede.
- Visualización en la pantalla de la cabina de conducción.
- Ayuda al mantenimiento local con una computadora portátil conectada al mando del equipo de tracción que permita: enviar y visualizar los resultados de la autoprueba y configurar, visualizar y obtener diversos niveles de detalle de la información gráfica en la pantalla.

Se efectuará una construcción modular con unidades funcionales separadas, cableados y conexiones entre ellas por tomas independientes, procurando unificar los elementos funcionales.

Condiciones Generales de Funcionamiento

Los equipos serán concebidos para dar servicio bajo las condiciones extremas de operación en las que circularán los trenes, así como para cumplir satisfactoriamente las características de operación que se señalan en la presente especificación para la tracción y el frenado.

Con el propósito de obtener las máximas ventajas de recuperación de energía, el sistema deberá contar con un equipo de control que vigile en todo momento la receptividad de la línea durante el frenado.

Para demandas de desaceleraciones mayores de las que pueda proporcionar el frenado eléctrico, el esfuerzo del frenado neumático complementario incluirá el frenado de los coches remolque.

La estructura de las cajas del interruptor de línea, del ondulador igbt, del reactor de filtro y de las resistencias empleadas deberá estar al mismo potencial del bastidor del coche.

Influencia sobre las Instalaciones Eléctricas Exteriores

Las frecuencias de trabajo del sistema del equipo de tracción no deberán afectar a otros equipos del tren ni a las instalaciones fijas, ni serán afectadas por las influencias electromagnéticas del mismo, propias del servicio, ni por las externas a la línea del Metro.
Para ello se calculará y suministrará el equipo y el filtro adecuado para evitar perturbaciones.

El filtro estará constituido por un circuito lc y protegerá al circuito de potencia contra variaciones bruscas de la corriente y de la tensión. El condensador del filtro estará formado por un arreglo conveniente de condensadores en envases herméticos montados de tal manera que permitan evitar los esfuerzos generados por los estados de temperatura a que estén sometidos.

El tiempo de descarga del condensador del filtro de 1.500 a 50 V será inferior a 60 segundos después de apagar el tren.

Sistema de Enfriamiento

Todos los componentes del equipo de tracción serán enfriados adecuadamente, no se admite la utilización de semiconductores inmersos en fluidos para su enfriamiento.

En el Estudio Definitivo se presentarán las características de enfriamiento de los semiconductores, con indicación de las temperaturas máximas previstas, márgenes de funcionamiento y coeficiente de seguridad.

En el caso de requerir ventilación forzada, ésta deberá estar basada en ventiladores alimentados con corriente alterna; se incluirá en el Estudio Definitivo las necesidades de mantenimiento, características de funcionamiento, protecciones y repuestos.

Resistencias de Freno

Las resistencias de freno deberán estar diseñadas para un régimen de servicio ferroviario y su capacidad absorberá como mínimo el 30% del esfuerzo máximo eléctrico regenerativo cuando, por cualquier causa, no hubiera frenado eléctrico de este tipo.

El Estudio Definitivo deberá incluir las siguientes características de las resistencias:

- Potencia.
- Régimen de recuperación supuesto para el cálculo.
- Sistema de enfriamiento considerando que su ubicación será en el techo o bajo bastidor en los coches motor.
- Medidas de protección previstas para que el calor disipado no afecte al recinto de pasajeros, a los usuarios en andenes ni al personal de mantenimiento, previendo también el aislamiento y señalización adecuados.
- Material de fabricación.

El sistema de instalación será dispuesto en bloques fácilmente desmontables. Las resistencias de potencia utilizadas en el equipamiento de frenado eléctrico deberán ser sometidas a ensayos de tipo y rutina normalizados de acuerdo a lo indicado en la norma IEC 322.

Disyuntor extrarrápido

El equipo de tracción deberá contemplar la inclusión de un disyuntor extrarrápido cuya capacidad será adecuada para la alimentación y protección del circuito y de los semiconductores de potencia. Se indicará en el Estudio Definitivo las características del poder de corte (sobretensión y sobrecorriente), tiempos de apertura y corte. El CONCESIONARIO incluirá en su propuesta las referencias de su uso en otros vehículos, así como un certificado vigente del ensayo de ruptura.
El disyuntor contará con un indicador de estado energizado/desenergizado (uno o cero) para facilitar la intervención y preservar la integridad del personal. Los disyuntores empleados serán de mando electromagnético y de un modelo totalmente probado.

Las conexiones de alta tensión, los contactos auxiliares de estos dispositivos y los reveladores que se requieran deberán estar protegidos contra agentes exteriores, mediante tapas herméticas de material plástico transparente ignífugo.

No se requerirá el desmontaje del disyuntor ni de sus componentes para intervenciones menores en los contactos principales y auxiliares. Éstos deberán ser totalmente accesibles para su revisión y limpieza sistemática, sin que sean afectados los equipos adyacentes.

Las cámaras de extinción de arco deberán ser fácilmente desmontables para la revisión de los contactos principales. No se admitirá la utilización de amianto (asbesto). Todos los dispositivos mecánicos de corte, de conmutación y de aislamiento estarán colocados en una misma caja.

Los mandos de los aparatos electromecánicos se harán mediante la alimentación de la tensión de batería y deberán trabajar adecuadamente entre los rangos de tensión establecidos. La velocidad de apertura y la capacidad de los contactos deberá aislar cualquier falla ocurrida después de su punto de conexión sin dañar ninguno de los aparatos de tracción.

La velocidad de apertura y la capacidad de los contactos deberá aislar cualquier falla ocurrida después de su punto de conexión sin dañar ninguno de los aparatos de tracción.

Los contactos y circuitos auxiliares de baja tensión deberán estar debidamente aislados de la alta tensión.

El equipamiento de control de tracción y frenado deberá ejecutar automáticamente las reconexiones del disyuntor. El número de reconexiones deberá ser definido en el Estudio Definitivo, de conformidad también con el sistema de autodiagnóstico.

Componentes del Equipo Eléctrico de Potencia

Los componentes eléctricos se ajustarán a las especificaciones de la norma uic 616-0 o equivalente.

La vida media de los contactos eléctricos de ruptura será superior a los 150.000 km.

Los aparatos eléctricos se ventilarán adecuadamente. No obstante, se evitará la entrada de agentes exteriores tales como agua y polvo.

En el Estudio Definitivo se indicará las características de todos los semiconductores de potencia. En cada caso se indicará, al menos, los datos siguientes:

- Función, tipo y fabricante del semiconductor.
- Características de tensión y de corriente.
- Tiempo de apagado.
- Características de sobrecarga intensidad - tiempo.
- Rango de frecuencias de trabajo previsto.
- Características de enfriamiento de los semiconductores, con indicación de las temperaturas máximas previstas, de los márgenes de funcionamiento y del coeficiente de seguridad.

Se valorará la utilización del mínimo número de semiconductores en el diseño del ondulador igbt.

Protecciones y Seguridades

El sistema contará con dispositivos de medición y protección para asegurar el buen funcionamiento del equipo y facilitar su mantenimiento. Los detectores respectivos deberán ser de aislamiento galvánico entre los circuitos de alta y baja tensión.

Cualquier falla será eliminada o aislada por acción directa de los circuitos de control o de los disyuntores extrarrápidos.

Las averías del equipo de tracción se registrarán y almacenarán en forma no volátil y se transmitirán al sistema de mando y control, estas informaciones servirán a la operación y ayudarán al mantenimiento.

La protección por circuitos electrónicos vigilará la adecuada interpretación de los mandos, así como la respuesta de los equipos a los mismos. Esta vigilancia se realizará sobre los principales parámetros, los que pueden ser: tensión de línea, corriente de línea, corriente de cada fase, corriente de motores, tensión de motores y patinaje o deslizamiento de las ruedas. En el Estudio Definitivo se indicarán los valores límites para la actuación de las protecciones.

Además, se incluirá protección con base en cartuchos recargables con fusibles para los circuitos de alta tensión incluidos en el equipo de tracción, los cuales deberán seleccionarse para cumplir con los siguientes requerimientos: que sean de fusión silenciosa, sin huella exterior, recuperables y con una velocidad de fusión adecuada al diseño propuesto y a las condiciones de servicio.

Para baja tensión, todas las protecciones estarán constituidas por interruptores magnetotérmicos con accionamiento automático y se instalarán en lugares fácilmente accesibles al personal de conducción durante la operación normal, para su rearme si fuera preciso.

En el Estudio Definitivo se incluirá una relación completa de todas las protecciones empleadas.

Se empleará un mecanismo de apertura y cierre que imposibilite el acceso a zonas donde exista alta tensión sin que previamente se encuentre el conmutador de apagado local activado.

Tendrán un sistema de protección que permita al personal de mantenimiento conectar a tierra los circuitos de alta tensión, mediante una secuencia de llaves o con un sistema de mayor avance tecnológico. En general, todos los cajones conteniendo alta tensión estarán protegidos de esta forma.

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.

Considerando que la función de estos equipos es importante para evitar daños a los órganos del tren y situaciones peligrosas, deberán ser concebidos en seguridad, contando con las verificaciones de las diferentes entradas y salidas y con las interfases necesarias para un adecuado funcionamiento de los órganos y señales requeridas localmente y en cabina de conducción, a través del sistema de monitoreo.

Los generadores de frecuencia que se precisen para los equipos indicados serán los mismos que utiliza el equipo eléctrico para su control o bien otros específicos para esta función. Podrán estar incorporados en el propio motor de tracción o bien adosados a las cajas de grasa (chumaceras) mediante adaptadores adecuados.

Deberá prestarse atención a la conexión de los generadores con el eje de ruedas para evitar que se transmitan a aquéllos, esfuerzos provenientes de los ejes u oscilaciones parásitas. El número de generadores utilizados y su ubicación deberá quedar especificado en el Estudio Definitivo.

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 acápites precedentes.

Se deberá indicar en el Estudio Definitivo el tiempo de detección e inicio de las medidas correctivas, así como una descripción completa de los equipos propuestos en la cual se deberá incluir la siguiente información:

- Exigencias y características técnicas.
- Descripción funcional.
- Criterios de detección antipatinaje y antideslizamiento.
- Toda la documentación que permita un conocimiento completo del equipo ofrecido y referencias del mismo sobre su empleo en otras administraciones ferroviarias, debidamente documentadas.

Sistema de Control y Señalización

Los equipos electrónicos de control del sistema de tracción serán basados en un microprocesador con autodiagnóstico y estarán concebidos para realizar, al menos, las siguientes funciones:

- Tratamiento de informaciones tanto internas como externas.
- Registro de información, memorización de datos, indicando condiciones en las que se presentaron las anormalidades, hora y fecha. En el Estudio Definitivo se deberá indicar la capacidad de la memoria.
- Capacidad de realización de pruebas en baja tensión para la verificación del estado tanto de los circuitos de control como de los de potencia, manual o automática. En todos los casos se registrará en la memoria y se podrá visualizar en tiempo real el proceso de funcionamiento.
- La capacidad de transferencia de datos será en forma local y a lo largo del tren, la comunicación deberá ser amigable por medio de menúes y la información será de fácil interpretación, rápido procesamiento y en idioma castellano.

- Visualización de información almacenada, mediante un puerto adecuado para el equipo portátil, sin afectar su registro en memoria.
- Señalizaciónes locales para indicaciones de avería del mismo equipo.

Aparatos de Mando y Control

Como se ha indicado, el equipo de tracción será comandado preferentemente por un solo manipulador. En el Estudio Definitivo se incluirán todos los equipos que se requieran para la conducción manual del tren.

El manipulador de la cabina será de tipo deslizante. La posición neutra estará en la parte media de su desplazamiento. El manipulador tendrá como mínimo las siguientes posiciones identificables:

- Frenado de emergencia (FE)
- Frenado (F1 a F6)
- Neutro (N)
- Tracción (T1 a T4)

El manipulador deberá ser capaz de soportar 2.500.000 movimientos sin desgaste notable en sus partes, incluirá los equipos auxiliares necesarios para la transmisión de la información y para la vigilancia de diferentes seguridades eléctricas.

Deberá existir un dispositivo de seguridad denominado "hombre muerto", el cual será alimentado a la misma tensión de la batería. Su activación se producirá cuando el conductor deje de presionar un pedal o el manipulador de Tracción-Frenado.

El dispositivo recibirá una señal de longitud recorrida, mediante los generadores de frecuencia colocados en las cajas de rodamiento de los bogies.

La intervención del dispositivo será "por longitud" o "por tiempo". El dispositivo actuará emitiendo una señal acústica contínua después de recorrer los primeros 40 m. o después de haber transcurrido el tiempo programado sin presionar el pedal o manipulador de tracción-frenado, si el pedal o manipulador no es oprimido dentro de los 40 m. siguientes o dentro del tiempo programado, los contactos del dispositivo intervendrán con el frenado de emergencia.

Las órdenes de conducción constituirán el mando de tracción y frenado del tren, mediante circuitos montados en seguridad de tal forma que, si ocurre una avería en cualquiera de sus componentes en un paso de tracción, resultará una disminución del esfuerzo de tracción o, si ocurre en frenado, aumentará el esfuerzo de frenado.

El mando estará duplicado y constituido por dos generadores idénticos, uno de ellos será prioritario. En caso de defecto del generador prioritario, un dispositivo automático conmutará al otro generador. Esta conmutación se señalará en la cabina de conducción. Cualquiera de los dos mandos deberá asegurar la conducción normal del tren.

La señal de marcha se situará dentro de un rango que permita fijar con seguridad esta posición. Cada uno de los coches motores deberá recibir e interpretar la señal de mando, sin que haya diferencia de la señal de origen y de destino.

El frenado de emergencia se realizará por una línea de tren independiente del mando. La ausencia de señal en ella debe provocar la aplicación del mismo.

El dispositivo del mando de tracción y frenado estará protegido contra todas las perturbaciones. El mando no introducirá perturbaciones en las instalaciones de señalización ni en los equipos de tracción ni en los circuitos de baja tensión del tren. Los circuitos serán alimentados por la tensión de batería.

Las líneas del tren que llevan las señales de mando o de control se aislarán galvánicamente de sus circuitos de emisión y de recepción.

Construcción y Montaje

Los semiconductores de potencia, circuitos de control y auxiliares se montarán en un solo cofre, agrupados por funciones y ensamblados en forma modular, con conexiones entre ellos por tomas independientes que permitan su intercambiabilidad. Este cofre deberá suspenderse del bastidor mediante soportes apropiados y seguros, que no afecten el funcionamiento de los semiconductores y permitan el acceso por los costados o por la parte inferior del coche cuando esté en el interior de una fosa de mantenimiento.

Las cubiertas no serán afectadas por el transcurso del tiempo ni por las condiciones ambientales. Se empleará un mecanismo de apertura y cierre de los cofres laterales, mediante un sistema de llaves o similar, y en todos los casos se garantizará su estanqueidad al agua y al polvo. Se establecerá su apertura en dos pasos, el primero de seguridad con una apertura no mayor a 15° y el segundo mayor a 90°.

La estructura del cofre será lo suficientemente robusta para soportar sin problemas las condiciones de trabajo del material rodante. Los disipadores utilizados estarán térmicamente aislados del cofre.

La conexión de los cables de potencia que unen a los semiconductores con otros elementos del circuito se deberá realizar en el interior del cofre. Los cables de control que llegan a éste se deberán conectar mediante tomas múltiples roscadas.

Los capacitores del filtro serán montados de tal forma que se permita las dilataciones y contracciones de sus envases sin ningún problema. La inductancia del filtro podrá ser montada directamente al bastidor y, en todo caso, no deberá transmitir vibraciones a éste. Su aislamiento será clase F y estará protegida contra cuerpos extraños y sus bornes de conexión estarán situados en una caja unida a su estructura. Estará adecuadamente ventilada para su correcta operación.

Los contactos auxiliares y los reveladores estarán protegidos contra el agua y el polvo.

1.10.2 Motores de Tracción

Características Generales

El motor de tracción será asíncrono, de rotor tipo jaula de ardilla, con alimentación de corriente alterna trifásica suministrada por el ondulador igbt. Sus prestaciones serán las adecuadas para conseguir que los trenes circulen en las condiciones previstas en esta especificación y de forma tal que la recuperación de energía sea óptima. Los motores serán autoventilados.

Cada motor estará fijo al bastidor del bogie; los rodamientos no serán afectados por la transmisión de los esfuerzos. Los motores estarán provistos de una caja con bornes que permita las conexiones con el equipo de control del circuito de potencia. El inducido será balanceado en forma dinámica para permitir un funcionamiento seguro y permanente, reduciendo al máximo los ruidos debidos a la ventilación y a los rodamientos. El sistema de ventilación estará diseñado de tal forma que se evite la llegada de agua al interior de los motores. El aislamiento de los devanados será de la clase H.

Los rodamientos serán seleccionados por sus características técnicas para garantizar una operación libre de averías superior a 1.400.000 km. En la fase de proyecto se indicará la marca, el tipo y el cálculo de vida media de los rodamientos seleccionados.

El montaje y desmontaje de los motores de tracción será sencillo, considerando que estas operaciones se realizarán en fosa por la parte inferior del coche. Asimismo, se deberá dotar a éstos de un sistema de sujeción para el traslado por medio de un polipasto.

En la fase de proyecto, los motores de tracción serán sometidos a los ensayos previstos en la norma IEC- 349.

Se deberá incluir en el Estudio Definitivo la información indicada en los siguientes puntos:

- Curvas características del motor en las que se indique en función de la velocidad (v), la velocidad de giro, potencia y rendimiento para las condiciones de régimen continuo, horario y potencia equivalente al del cálculo del diagrama de marcha. Se indicará asimismo la corriente máxima admisible durante 01, 15 y 30 minutos.
- Características de marcha y calentamiento para los recorridos.
- Potencia continua.
- Velocidades nominal y máxima.
- Factor de potencia.
- Rendimiento.
- Tipo de características de los devanados y aislamiento, los cuales serán de clase H.
- Peso del motor completo.
- Tipo de ventilación.

1.11 Convertidores Estáticos

La energía eléctrica para los diversos sistemas y circuitos auxiliares del tren será suministrada convertidores estáticos de acuerdo a la formación propuesta. Estos equipos tendrán un funcionamiento independiente, para que, en caso de avería de uno de ellos, el otro continúe operando normalmente. La conmutación de uno a otro será automática.

De esta manera, cada convertidor deberá ser capaz de abastecer todas las exigencias de energía eléctrica de baja tensión que requieren los diversos equipos montados en un tren Esta energía deberá ser suministrada con coeficientes elevados de eficiencia, fiabilidad y disponibilidad y con costos de mantenimiento reducidos.

PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
JOSELYN OLAECHEA P.
ASESORA LEGAL
Proinversión

JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
Proinversión

La potencia del convertidor se dimensionará teniendo en cuenta las condiciones más duras de trabajo, con todos los consumos funcionando simultáneamente a plena carga, debiéndose absorber las puntas de corriente generadas en la conexión y desconexión de los equipos que alimentan, sin que la tensión o frecuencia de salida salgan de los márgenes de tolerancia especificados.

Algunos de los sistemas del tren que podrán ser alimentados por el convertidor estático son: iluminación, ventilación, aire acondicionado de la cabina de conducción y de los salones de pasajeros, circuitos de control, carga de la batería, circuitos auxiliares y de señalización, circuitos del ATP, registrador electrónico de eventos y motor del compresor, entre otros.

En lo referente a vibraciones y choques, los convertidores deberán apegarse al cumplimiento de la norma IEC 77 o equivalentes.

1.11.1 Características Generales

Condiciones de Funcionamiento

El convertidor estático suministrará las siguientes tensiones de salida:
- Media tensión de 380 o 400 Vca trifásica a 50 Hz y
- Baja tensión de 72 o 110 Vcc.

La tensión de alimentación con la que deberá funcionar el convertidor estático es la proporcionada por la línea aérea, debiendo operar satisfactoriamente en el rango especificado.

El encendido y paro del convertidor estático se producirá en el momento en que la alta tensión aparezca y desaparezca, respectivamente. Los efectos provocados por cualquier interrupción de la alta tensión no tendrán consecuencia alguna en el funcionamiento del convertidor. Igualmente, ninguna perturbación deberá producirse cuando el tren pase por algún cambio de vía o atraviese una sección de la línea aérea desprovista de alimentación de alta tensión.

Los convertidores podrán funcionar sea en vacío o con carga máxima; de igual forma, las cargas podrán ser conectadas o desconectadas, sucesivamente, sin importar cuál sea el orden e, incluso, simultáneamente.

Los convertidores estáticos deberán soportar durante su funcionamiento las anomalías que se presentan por lo común en este tipo de operaciones, como:
- Sobrecargas instantáneas.
- Caídas repentinas de tensión.
- Sobretensiones.
- Anomalías causadas por las subestaciones.

El Estudio Definitivo deberá detallar las características del equipo frente a este tipo de anomalías.

Si durante el funcionamiento normal se interrumpe la conexión de la batería, por ejemplo por la fusión del fusible, el cargador de batería del convertidor continuará funcionando como fuente de alimentación.

La salida alterna trifásica deberá estar aislada de manera galvánica de la alta tensión.

Características de Alimentación

La tensión disponible en los bornes de la batería se utilizará como fuente auxiliar de energía para el control y regulación del convertidor. Asimismo, el convertidor podrá ser puesto en marcha desde la alta tensión cuando la batería se encuentre totalmente descargada, sin que esto influya en sus protecciones ni en su desempeño normal.

Respecto al circuito de entrada, se utilizará fusible y filtro de entrada. Además, deberá contar con protección para el caso de inversión de la polaridad de alimentación de alta tensión.

Las características de la alimentación es de entrada se especifican a continuación:

Tensión nominal de alta tensión:	1.500 Vcc
Rango de variación de la alimentación para mantener la salida nominal:	1.050 a 1.800 Vcc
Voltaje nominal de la batería:	72 o 110 Vcc
Rango de variación del voltaje de batería:	Según norma EN 50155 (IEC 571)

Filtros de Entrada

El filtro estará constituido por un circuito Ic que deberá diseñarse para soportar sobretensiones de la línea de hasta 5 kV en un minuto.

Los condensadores del filtro de entrada serán montados para permitir las dilataciones de sus envases sin ningún problema.

Se garantizará un valor superior de capacitancia del 95% del valor inicial después de cinco años de servicio. El tiempo de descarga del condensador del filtro de entrada desde una tensión de 1.500 Vcc a una tensión residual inferior a 50 Vcc deberá ser de un tiempo inferior a 60 segundos.

Características de Salida

Las características de salida del convertidor estático con tensión de alimentación comprendida entre 1.100 y 1.800 Vcc, con funcionamiento en vacío, con carga nominal y sobrecarga (todos los equipos alimentados simultáneamente) serán las siguientes:

a) Salida para corriente alterna trifásica – Media tensión	
Tensión de salida:	380 o 400 Vca
Regulación:	+/- 5%
Forma de onda:	Senoidal
Frecuencia:	50 Hz +/- 1
Distorsión armónica:	Inferior al 7%
Potencia de salida en régimen continuo:	A definir en la fase de proyecto
Factor de potencia:	> 0,85
Capacidad de sobrecarga:	50%

b) Salida para corriente continua – Baja tensión

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA JOSELYN OLAECHEA F. ASESORA LEGAL Proinversión

CHRISTIAN GARCÍA-GODOS NAVEDA JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS Proinversión

Tensión nominal:	72 o 110 Vcc
Ondulación:	1 V pico a pico
Potencia en régimen continuo	A definir en la fase de proyecto
Regulación:	+/- 2%
Rango para el ajuste de la tensión nominal de batería:	A definir en la fase de proyecto
Rendimiento energético para tensión nominal y carga máxima:	85% como mínimo
Capacidad de sobrecarga:	30%

El Estudio Definitivo incluirá el cálculo de justificación de la potencia total, tomando en cuenta para esto todas las cargas de los equipos que serán alimentados y, además, deberá señalar el rendimiento energético del convertidor estático con carga máxima y para la tensión de alimentación nominal, incluyendo las descripciones y diagramas necesarios.

Durante la fase de proyecto se definirán los consumos de todos los equipos que el convertidor alimentará. La potencia será superior a la máxima teórica necesaria, suponiendo que todos los circuitos que alimenta funcionan simultáneamente, incluyendo el caso anteriormente señalado.

Sistema de Enfriamiento

Los semiconductores de potencia serán adecuadamente enfriados mediante un sistema confiable y de fácil mantenimiento, tomando en cuenta en su diseño la utilización de materiales no contaminantes. Los semiconductores no podrán estar inmersos en el fluido refrigerante.

En el Estudio Definitivo se describirá las características del tipo de enfriamiento ofrecido, con indicación precisa de las temperaturas máximas previstas, márgenes de funcionamiento y coeficiente de seguridad.

El sistema incluirá un dispositivo de control de temperatura para actuar de inmediato en caso de alcanzarse niveles altos. La acción de este control se hará efectiva mediante el corte de la alimentación del convertidor.

Influencia sobre los Sistemas del Tren y sobre las Instalaciones Fijas

La frecuencia de operación del convertidor y sus armónicas no deberán perturbar el funcionamiento de los equipos del tren; por ejemplo, la señalización, el radioteléfono y la transmisión remota de datos, entre otros.

Los equipos de las instalaciones fijas, tales como armarios de señalización, Telecomunicaciones, no deberán ser perturbados. Tampoco deberá ser alterado el funcionamiento del convertidor estático por la acción de los campos electromagnéticos existentes en los coches o en las instalaciones fijas.

Características de los Materiales

Durante la fase de proyecto, se exigirá la realización de las pruebas correspondientes, a una muestra o al total de los materiales y componentes utilizados, las que serán bajo responsabilidad y a cargo del CONCESIONARIO.

Todos los componentes y tarjetas del convertidor serán totalmente intercambiables, sin que sea necesario efectuar operación alguna de ajuste ni adaptación.

Todos los componentes que deban ser desmontados por avería, o revisados por mantenimiento, estarán dispuestos de modo que sean perfectamente accesibles, sin necesidad de realizar desmontajes previos, adoptándose un sistema modular.

Protecciones y Seguridades

El sistema contará con los órganos de medida y de protección suficientes para asegurar el buen funcionamiento del equipo y facilitar su mantenimiento.

Las protecciones estarán constituidas por detectores electrónicos con aislamiento galvánico entre los circuitos de alta y baja tensión. Además, se incluirá protección basada en fusibles para el circuito de entrada. Estos fusibles proporcionarán una protección adicional, debiendo ser de fusión silenciosa sin huella exterior y de adecuada velocidad de fusión.

El convertidor estático deberá estar equipado, como mínimo, con los siguientes sistemas de seguridad y protección:

- Aislamiento galvánico de las líneas de salida respecto a los circuitos de alta tensión del convertidor.
- Protección contra sobrecargas en las líneas de salida. En este caso el convertidor deberá pararse durante un segundo para permitir a los diferentes circuitos regresar a sus condiciones normales de funcionamiento. Transcurrido este tiempo, arrancará nuevamente. Si el cortocircuito ha desaparecido, el convertidor seguirá funcionando normalmente, en caso contrario, se volverá a parar durante un segundo y, posteriormente, arrancará. Sin embargo, si persiste el cortocircuito en el siguiente intento de arranque, el convertidor se parará definitivamente (máximo tres intentos de arranque). Lo mismo debe ocurrir en el caso de avería.
- Protecciones contra fallas del sistema de enfriamiento o temperaturas elevadas.
- Fusible de protección.
- Protecciones internas para sobrecorrientes y sobrevoltajes en los semiconductores de potencia.

En todos los casos, el primer nivel de protección contra los defectos será asegurado por los circuitos electrónicos, los cuales actuarán sobre el mando de la potencia o el corte de la alimentación de la alta tensión.

1.11.2 Montaje, Construcción y Señalización

Los cofres de los convertidores se realizarán mediante bastidores de sustentación, los cuales estarán conectados a los bastidores de los coches. Serán robustos, ligeros, resistentes a las tensiones mecánicas, estáticas y dinámicas previstas y, además, totalmente herméticos al polvo y al agua.

Sus puertas y cerraduras deberán ser fáciles de maniobrar, provistas de juntas de estanqueidad e indicadores de cerrado y abierto, respectivamente. Las puertas deben permitir total acceso a los componentes, para su montaje y reemplazo, por los costados del coche. Se establecerá un sistema de apertura de dos pasos, el primero de seguridad con una apertura no mayor a 15º y el segundo mayor a 90º.

Tendrán un sistema de protección que permita al personal de mantenimiento conectar a tierra los circuitos de alta tensión mediante una secuencia de llaves o con un sistema de mayor avance tecnológico.

En general, todos los cajones conteniendo alta tensión estarán protegidos de esta forma.
La intemperie y las condiciones de servicio a que se verán sometidos los convertidores no les deberán ocasionar perturbación alguna en su funcionamiento, ni fatiga anormal en sus piezas y/o componentes.

Electrónica de Potencia

Los semiconductores de potencia deberán ser del tipo igbt. Se deberá incluir como parte del Estudio Definitivo todas las características técnicas de los dispositivos de potencia utilizados.

Electrónica de Control

La lógica de control del convertidor deberá ser basada en un microprocesador con un sistema de autodiagnóstico y estará concebida para que, por medio de un equipo portátil, se pueda verificar su funcionamiento total y localizar todas las averías del mismo. Además, deberá incluir una memoria para almacenamiento de datos y disponer de un sistema de comunicación por medio del cual se informe a otros sistemas del tren sobre su comportamiento. La transferencia de datos se debe efectuar también por medio del equipo portátil citado, el cual deberá ser incluido en el suministro.

Todos los componentes pertenecientes a circuitos electrónicos deberán responder a las especificaciones UIC, CEI y/o normas internacionales equivalentes.

1.12 Baterías

En cada tren se deberá instalar bancos de baterías, en cantidad acorde a la formación propuesta, formados por celdas recargables de níquel-cadmio conectadas en serie. 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, que alimentará la entrada del cargador de baterías a 400 Vacc

Las tensiones, corrientes y régimen de carga de la batería se establecerán basándose en las características del tipo de batería ofertada.

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.

En el caso que los convertidores estáticos no suministren energía eléctrica al banco de baterías, y suponiendo que el estado de carga de dicho banco sea de 3/4 de su capacidad nominal, éste deberá permitir alimentar al control del tren y al alumbrado de emergencia durante 45 minutos como mínimo, y 01 hora, todos los equipos de freno y comunicación.

Sobre la cubierta de la celda se señalará:

El signo de las polaridades: (+) y (-).

En cada borne, una pieza de color convencional que señala la polaridad del borne: negro para el borne negativo y rojo para el borne positivo.

Estas indicaciones deben ser claras, legibles, durables y estar marcadas en relieve.

Los recipientes de las celdas del banco de baterías deberán ser fabricados conforme a la norma UL 94V-O o equivalente.

Los elementos serán recargables y totalmente intercambiables.

El banco de baterías se debe ubicar en un chasis portaceldas, el cual es un conjunto metálico que permite colocar varios acumuladores para asegurar su protección, fijación y mantenimiento. Además, este último deberá tener un sistema que permita su deslizamiento hacia el exterior del carro para su inspección o cambio.

El CONCESIONARIO deberá proporcionar un plano especificando:
- Dimensiones y tolerancias.
- Partes constitutivas y especificación de cada una de ellas.
- Peso.
- Material.
- Chasis.
- Justificación de capacidad.

El chasis estará protegido contra la corrosión del electrólito y permitirá el cambio fácil de una o varias celdas. Además, incluirá los conectores para alimentar los circuitos del tren. La caja de baterías será en acero inoxidable y montado en corredera.

Las agarraderas o platinas de manipulación deberán fijarse sólidamente, para evitar que los tornillos, tuercas u otros elementos hagan saliente en el interior de la caja.

La batería estará perfectamente aislada del chasis y situada de tal forma que tenga una ventilación adecuada para evitar la acumulación de los gases.

Los accesorios de los bancos de baterías permitirán el correcto funcionamiento de estos elementos, bajo las condiciones de operación y de vibraciones establecidas en esta especificación.

El CONCESIONARIO deberá presentar los ensayos de rutina y tipo a que serán sometidas las baterías.

1.13 Sistema de Control y Mando del Tren

Este sistema constituye una red de datos conforme a la norma IEC 61375

Los servicios digitales principales que ofrece son, entre otros: el control de la tracción y del coche (puertas, luces etc.), y la centralización de la gestión y supervisión de todos los dispositivos auxiliares del tren.

Este sistema de control y mando computarizado supervisara el funcionamiento del tren de acuerdo a la norma IEC 61375, además el sistema deberá integrar un sistema de diagnóstico y de ayuda a la operación y al mantenimiento, considerando los siguientes aspectos:

- Utilización de circuitos específicos y líneas del tren para la realización de las funciones de seguridad.
- Aplicación de tecnología de lógica programada, utilizando como enlace un sistema de comunicación distribuido para la realización de las funciones que no corresponden a la seguridad, e incluyendo las funciones de ayuda al mantenimiento.

La comunicación entre los equipos embarcados se realiza mediante una arquitectura de buses jerarquizada en dos niveles: el bus de tren que conecta los vehículos entre sí, y el bus de vehículo que conecta el equipo embarcado en un vehículo o grupo de vehículos. Ambos utilizan un protocolo Maestro-Esclavo.

El sistema contará con dos buses de comunicaciones redundantes a los que estarán conectados todos los equipos del tren.

La arquitectura y el equipo de monitoreo del tren deben asegurar que el sistema pueda escalarse, de manera que sea posible efectuar fácilmente modificaciones y extensiones de las aplicaciones.

El bus de tren especificado será en el estándar TCN como el Wire Train Bus (WTB), el cual permite la comunicación entre los equipos de diferentes vehículos del mismo tren, a 1 Mbps. Este bus se conecta a los nodos localizados en los vehículos, que son dispositivos que actúan como puertas de enlace entre el bus de tren y los diferentes buses de vehículos de cada coche.

El bus de vehículo será especificado en el estándar TCN como el Multifunction Vehicle Bus (MVB) que es un bus de comunicaciones serie que permite el intercambio de información entre los equipos instalados en un entorno local, a 1.5 Mbps. A él se conectan los dispositivos de los sensores y actuadores instalados en el vehículo, así como los dispositivos de control y supervisión.

El sistema monitor del tren se utilizará para:
- Optimizar el nivel de ergonomía entre el conductor y la función de conducción.
- Mejorar el nivel de disponibilidad general del material y reducir los tiempos de intervención en mantenimiento correctivo.
- Minimizar la complejidad del cableado.

El sistema monitor garantizará la independencia en el control de las funciones que el CONCESIONARIO considere críticas para el funcionamiento del tren, de manera que la disponibilidad del conjunto no se vea afectada si llega a producirse una avería en uno de los componentes.

Las funciones de supervisión, mando y control que deben ser consideradas en el sistema de monitoreo del tren incluirán los siguientes equipos:
- Sistema de tracción y frenado
- Equipo de protección automática del tren (ATP)
- Sistema de operación de puertas
- Convertidor estático
- Carga de batería
- Motocompresor
- Sistema neumático
- Ventilación de salones de pasajeros
- Alumbrado
- Freno de estacionamiento
- Suspensión neumática

PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
ASESORA LEGAL
Proinversión

JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
Proinversión

- Radioteléfono
- Sistema de sonorización
- Pantógrafo
- Engrasador de pestaña
- Equipo de arenado (de ser el caso)
- Dispositivos de «señal de alarma»
- Presencia de alta tensión
- Conmutadores y llaves de operación del tren
- Registrador electrónico de eventos (caja negra)
- Conducción
- Ayuda al mantenimiento

Características de la Red del Tren

Los trenes contarán con una red informática inteligente distribuida en cada uno de sus coches, basada en tecnología de sistemas abiertos. La red se basará en el enlace del autómata programable (plc) de cada coche, a través de la línea del tren, a las computadoras centrales (una en cada cabina). El sistema de interconexión estará basado en un anillo de cable de par trenzado (twisted pair) blindado. La red debe poseer una alta capacidad de desempeño, fiabilidad y escalabilidad.

El sistema operativo de la red deberá permitir trabajar con los diversos programas individuales de comunicación que existan en cada uno de los autómatas programables (plc) y los equipos que interconecte.

1.14 Sistema de Comunicación A Bordo

Las funciones que deberá realizar este sistema se listan a continuación:
- Aviso de cierre de puertas.
- Comunicación del interior de los coches a la cabina.
- Comunicación entre cabinas.
- Comunicación de las cabinas a los salones de pasajeros.
  - Anuncio de las estaciones (comunicación visual y sonora).
  - Emisión de música ambiental con control de volumen automático.
  - Emisión de mensajes pre-grabados y/o programables.

1.15 Radiotelefonía

Los trenes estarán equipados con un equipo transmisor-receptor de radio TETRA (Terrestrial Trunked Radio) ubicado en la cabina de guía, así como con sus accesorios, incluyendo su antena en el techo de la cabina.

Los Equipos serán de igual marca y características técnicas que los instalados en los trenes existentes modificados (MDT-400, de Teltronik). El CONCEDENTE entregará al CONCESIONARIO equipos de radio TETRA para nueve (09) trenes (02 equipos por cada tren más un equipo de reserva) cuyas instalaciones y pruebas estarán a cargo del CONCESIONARIO cuando disponga del Material Rodante Adquirido debiendo el CONCESIONARIO completar el suministro, instalación y pruebas restantes.

La potencia máxima en emisión de los equipos será como mínimo de 10 W que podrá ajustarse fácilmente sobre el tren al valor idóneo para operar en condiciones reales de servicio en la línea.

1.16 Sistema de Modos de Conducción

El tren tendrá dos (2) modalidades de conducción: Manual y Manual con Protección ATP. El equipo ATP será suministrado como parte del Sistema de Señalización de Vía. Los equipos serán de igual marca y características técnicas que los instalados en los trenes existentes modificados (CityFlo 350 de Bombardier). El CONCEDENTE entregará al CONCESIONARIO equipos de protección ATP para nueve (09) trenes (02 equipos por cada tren, más un equipo de reserva) cuyas instalaciones y pruebas estarán a cargo del CONCESIONARIO cuando disponga del Material Rodante Adquirido debiendo el CONCESIONARIO completar el suministro, instalación y pruebas de los restantes. La infraestructura del coche deberá estar preparada, tanto en ubicación como en canalizaciones, para admitir el equipo de ATP. Se utilizará canalizaciones exclusivas para este sistema. La llave de selección de conducción deberá ser de construcción robusta y de seguridad intrínseca.

1.17 Caja Negra

Los trenes deberán contar con un dispositivo que permita detectar, medir, registrar, procesar, mostrar y transmitir parámetros relacionados con el funcionamiento de sus equipos, los cuales permitirán conocer el comportamiento general del tren, así como el de sus principales sistemas, y, en caso de incidentes, realizar un deslinde de responsabilidades. La caja negra es un registrador electrónico múltiple, diseñado con base en un microprocesador, cuyo objetivo principal es memorizar parámetros de funcionamiento del tren. La caja negra deberá contar con un puerto de comunicación a través del cual sea posible conectar al equipo un sistema de cómputo para programarla y extraer la información.

1.18 Pruebas Preliminares y de Puesta en Marcha

1.18.1 Pruebas Preliminares

Estas pruebas serán de tres tipos:

Pruebas de prototipo

Se realizarán al primer equipo y/o estructura no experimentado, antes de lanzar su producción en serie. En este caso, y dado que se exige que los equipos para el CONCEDENTE deban ser equipos ya probados en otros Metros, los prototipos a que nos referiremos serán principalmente las vigas oscilantes, los bastidores de los bogies, las cajas del material rodante y otras estructuras y equipos que se considere conveniente.

Pruebas tipo

Son las que se efectúan a la primera unidad, llamada cabeza de serie, de un diseño ya experimentado.

Se realizarán a los principales equipos y/o sistemas, y comprenderán:

- Determinación de ajustes y tolerancias.
- Determinación de temperaturas.
- Verificación del cumplimiento de los parámetros de diseño, de operación y de mantenimiento establecidos.
- Se realizarán pruebas de rendimiento del primer tren, con carga simulada. Estas pruebas podrán realizarse en las instalaciones del fabricante o en las del CONCESIONARIO, previo acuerdo con el CONCEDENTE.

Pruebas de serie

Estas pruebas se realizarán a todas las unidades del lote.
Serán efectuadas a los principales elementos, equipos y sistemas antes de la puesta en servicio y comprenderán:

- Verificación breve de las características de operación.
- Verificación del buen funcionamiento general.
- Verificación de los rendimientos operativos.
- Repetición de algunas pruebas de tipo que se considere conveniente realizar.

1.18.2 Pruebas de Puesta en Marcha

La puesta en marcha se refiere a todas las acciones y pruebas que se realizarán para poner en servicio la línea, una vez que hayan sido instalados los equipos y/o sistemas.

Las pruebas en cuestión comprenderán, por lo menos y no necesariamente en este orden: pruebas de funcionamiento, operativas y de marcha en vacío.

Pruebas de Funcionamiento

- Pruebas en vacío, sin carga, de todos y cada uno de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas con carga de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos, excepto la circulación de los trenes.
- Pruebas del gálibo estático y dinámico de las instalaciones con respecto a los trenes.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos incluyendo la circulación de los trenes.

Durante el desarrollo de estas pruebas se realizará todos los ajustes que resulten necesarios.

Pruebas Operativas

Éstas se realizarán para verificar y ajustar el sistema completo a los parámetros operativos establecidos e incluyen, por lo menos, los siguientes aspectos:

- Intervalo mínimo posible de separación de trenes.
- Tiempos de recorrido entre estaciones y el de una vuelta completa.
- Tiempos de parada en estaciones y terminales.
- Velocidad máxima y comercial.
- Marcha tipo.
- Modos de conducción.
- Señalización de espaciamiento y de maniobra.
- Mando y control del tráfico y de los equipos.
- Telecomunicaciones.
- Interferencias Electromagnéticas e inmunidad de los componentes del sistema
- Distancias y curvas de frenado

Pruebas de Marcha en Vacío

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ProInversión - ASESORA LEGAL
CHIRINOS & GARCÍA-GODOS ABOGADOS - JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS - ProInversión

La marcha en vacío involucra la operación, sin pasajeros, de toda la línea para:

- Probar los equipos en condiciones muy cercanas a las reales para efectuar los últimos ajustes y poner en evidencia las fallas de «juventud» que se producen normalmente en todo sistema nuevo.
- Completar el entrenamiento del personal en el manejo de los nuevos equipos.

Los procedimientos y/o los protocolos de las pruebas aquí mencionadas y otras que resulten necesarias serán formulados por el CONCESIONARIO de acuerdo a prácticas y normas comunes para pruebas de equipos y sistemas ferroviarios o de Metro y sometidos a la aprobación del CONCEDENTE.

Los costos resultantes de la realización de todas las pruebas estarán a cargo del suministrador del Material Rodante, que someterá a la aprobación del CONCEDENTE, con anticipación, la realización de cada prueba, el programa y protocolos de pruebas de todos y cada uno de los equipos y/o sistemas.

1.19 Documentación

Se deberá entregar toda la documentación del proyecto, la cual comprende cuatro partes: documentación del estudio de ejecución, documentación a entregar con el Estudio Definitivo, documentación de aceptación y documentación de operación y mantenimiento.

1.19.1 Documentación del Estudio

Comprende también los elementos del proyecto preliminar.

A título indicativo y no limitativo esta documentación debe incluir:

- Descripción técnica y un listado de todos los componentes del equipo (hardware y software), en la cual se pueda identificar cualquier repuesto y/o programa que sea necesario en el futuro. En los listados de componentes deberán constar las especificaciones, el código del fabricante y el código del componente en el mercado.
- Esquemas de principios de ejecución.
- Documentos de los parámetros utilizados, etcétera.
- Planos de cableado.
- Planos de circuitos impresos.
- Memorias de cálculo.

1.19.2 Documentación a Entregar con el Estudio Definitivo

Se realizará para obtener la aprobación del CONCEDENTE y también para verificar las interfases con las demás instalaciones. Se entrega según la progresión de los estudios de ejecución del CONCESIONARIO.

Se entregará en dos ejemplares, más un tercero que será devuelto al Concesionario con las observaciones o aprobación de ésta.

La documentación a entregar con el Estudio Definitivo deberá incluir los siguientes puntos:

- Plano de montaje con indicación de dimensiones y peso, además de los requerimientos de espacios, ventilación, energía eléctrica, etc., necesarios

para el correcto funcionamiento de los equipos ofrecidos. Con respecto al consumo de energía, deberá proporcionarse el requerimiento preciso de éste en la peor condición.

- Descripción detallada de la configuración propuesta, con identificación y ubicación física de los componentes del sistema.
- Descripción técnica del funcionamiento de los elementos componentes del sistema.
- Especificaciones técnicas completas referidas a la configuración propuesta.
- Esbozo de los sitios, con indicación y justificación del espacio necesario.
- Descripción técnica del sistema ofrecido.
- Programa de operación.
- Referencias.
- Toda la información que el Concesionario esté obligado a presentar de acuerdo a lo aquí especificado y la que considere necesaria para cumplir y/o aclarar los términos técnicos y comerciales de su propuesta.

Una vez aprobados los documentos, el Concesionario deberá entregar la colección completa de las copias maestras u originales en papel y en soporte digital.

1.19.3 Documentación de Aceptación

Presentada a más tardar en el momento de la aceptación del Material Rodante, la documentación de aceptación comprenderá:

- Inventarios de los equipos y partes principales de los sistemas y subsistemas a entregar.
- Certificados de los ensayos y mediciones efectuadas antes de la instalación, en las empresas o laboratorios de los diferentes constructores y fabricantes del material.
- Resultados de los ensayos y controles efectuados durante la instalación.
- Resultados de los ensayos y controles efectuados después de la instalación: ensayos generales de funcionamiento.
- Juego de planos correspondientes, incluyendo montaje y distribución, en su última versión, planos «tal como instalado» (as built).
- Los procedimientos de pruebas en fábrica, pruebas aisladas en campo, pruebas integradas y de puesta en marcha.

A esta documentación de aceptación se anexará un expediente que recopile los resultados de los ensayos de aceptación. La documentación de aceptación será entregada en tres ejemplares en papel y en soporte digital.

1.19.4 Documentación de Operación y Mantenimiento

Esta documentación será presentada en soporte resistente y de fácil utilización, a más tardar treinta (30) Días Calendario antes del inicio de la Puesta en Operación Comercial. De una forma general y hasta el final del período de garantía, el Concesionario deberá cumplir con la actualización de toda la documentación contractual suministrada.

La documentación comprende:

- El conjunto de documentos del estudio de ejecución, perfectamente actualizado (entregada al efectuarse la aceptación provisional en tres ejemplares).
- Manuales de operación.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN JOSELYN OLAECHEA ASESORA LEGAL ProInversión
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS ProInversión

- Manuales que incluyan instructivos de funcionamiento y de montaje de equipos y sistemas, y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Un manual que defina toda la planificación del mantenimiento preventivo, incluyendo un listado de trabajos necesarios para la correcta conservación del equipo, para cada uno de los cuales se deberá especificar los siguientes datos:
  Periodicidad con la cual deberán realizarse estos trabajos, ya sea en kilómetros recorridos, en horas de servicio, en número de movimientos o, de preferencia, en tiempo calendario.
  Descripción detallada del método manual que deberá seguirse para la correcta ejecución de los trabajos, de ser posible con una estimación del tiempo necesario.

Especificación técnica de los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos, haciendo una especial mención de las herramientas y/o equipos de fabricación especial.

- Manuales que definan los procedimientos de diagnóstico, detección y corrección de fallas y averías, además de las reparaciones (descripción de las fallas más probables, de sus efectos, de su detección, maniobras a efectuar, reparación propiamente dicha, en tres ejemplares).
- Manuales que incluyan instructivos de principios de funcionamiento, de operación y montaje de equipos y sistemas y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Catálogos de conjuntos, subconjuntos y partes hasta nivel de componente del total de los suministros, con los datos necesarios y suficientes para la adquisición, fabricación y montaje de cada pieza en el mercado nacional o internacional. Estos catálogos contendrán los números de referencia e información de los fabricantes originales y dibujos «explosionados» de los conjuntos y subconjuntos.
- Juego de planos detallados de circuitos eléctricos y electrónicos de módulos, equipos, sistemas y subsistemas, indicando la interconexión de todos los elementos. Se indicará asimismo los valores de corriente y tensión, formas de onda y denominación de componentes eléctricos y electrónicos.
- Un conjunto de copias maestras y documentos originales de muy buena calidad, de la siguiente información:
  Manual de programación
  Manual de comunicación de datos
  Guía para la corrección de problemas
  Descripción de circuitos
  Descripción del sistema
  Descripción del *software*
  Manual de utilización del *software*
  Cartilla de prueba de operación del sistema (este documento podrá incorporar comentarios de la AATE que deberán ser considerados durante la aceptación definitiva del sistema)

Toda esta información deberá ser suministrada, también, en soporte digital.

1.19.5 Generalidades Sobre La Documentación

El CONCESIONARIO deberá entregar toda la documentación y los planos en idioma castellano. Los planos serán entregados en tamaños normalizados según normas ISO. También se entregarán en medio digital, en la última versión de Inventor, solid Work o similar.

El texto y los cuadros se editarán en las últimas versiones de los programas Word y/o Excel de Microsoft.

Las unidades serán expresadas en el sistema métrico decimal.

Toda la documentación entregada por el Concesionario, hasta la puesta en servicio del sistema, será considerada como propiedad del CONCEDENTE, por lo que ésta podrá elaborar las copias que considere necesarias para su uso interno.

ANEXO 6 – APÉNDICE 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO MAYOR PARA LOS TRENES NUEVOS Y EXISTENTES EN EL SEGUNDO NIVEL DEL PATIO – TALLER

1.1 Objeto General del Suministro

Diseño, Construcción y Equipamiento del Taller de Mantenimiento Mayor para el Material Rodante, así como las vías de acceso al mismo e instalaciones de mantenimiento complementarias en la Zona de Villa El Salvador.

El CONCESIONARIO será responsable que en el taller se pueda realizar la revisión y el mantenimiento necesario tanto a los trenes nuevos a suministrar como a los existentes. El suministro del taller comprenderá el programa de mantenimiento del material rodante nuevo y existente.

En su Estudio Definitivo, el CONCESIONARIO deberá proporcionar un cronograma detallado y su diagrama PERT-CPM para la implementación del taller solicitado, que incluya todas las etapas hasta la entrega completa y demás suministros previstos en la presente especificación.

El taller deberá de cumplir con las normas de seguridad y medio ambiente.

1.2 Taller e Instalaciones de Mantenimiento

El taller, las vías de acceso al taller y las instalaciones de mantenimiento deberán tener las dimensiones apropiadas para proporcionar el mantenimiento especificado por el fabricante del material rodante a ser suministrado y del material rodante existente.

Para este fin, como mínimo cumplirán con las siguientes funciones de operación y mantenimiento:

- Almacenamiento de repuestos y materiales consumibles para el mantenimiento del material rodante, así como combustibles y solventes;
- Inspecciones rutinarias, mantenimiento y servicios al material rodante;
- Mantenimiento mayor, reparaciones mayores y trabajos de soporte al mantenimiento;
- Oficinas y facilidades para personal de mantenimiento de material rodante

El Concesionario deberá considerar en su Estudio Definitivo el equipamiento del taller para realizar los trabajos de mantenimiento aquí señalados y los que determine por sí mismo.

Se pone a disposición el Proyecto Ejecutivo que incluye la zona del Patio Taller de Villa El Salvador que se realizó en el pasado el cual debe tomarse como referencia. Sin embargo, el CONCESIONARIO deberá revisarlo para completarlo y proponer las adecuaciones que a su juicio procedan para la aprobación de parte del CONCEDENTE.

El CONCESIONARIO tendrá libertad de construir y/o equipar adicionalmente los talleres que considere necesario para garantizar la operatividad de los equipos e instalaciones de toda la Línea, así como del Material Rodante en general, sin que se alteren las prestaciones de seguridad y funcionalidad operativa exigidas en este documento.

Debe preverse un dimensionamiento de la zona del Taller en Villa El Salvador para toda la Línea 1, es decir desde Villa El Salvador hasta San Juan de Lurigancho, considerando 35 km de vía, 110 minutos aproximadamente de tiempo de recorrido de ida y vuelta y como mínimo 6 minutos de intervalo de paso en hora punta. En la

zona final del tramo San Juan de Lurigancho está previsto un Patio para el estacionamiento de trenes para poder iniciar los servicios Norte-Sur cuando la construcción de la Línea 1 esté totalmente culminada, la misma que no es del alcance de estas especificaciones técnicas.

1.3 Estado Actual del Proyecto Patio – Taller

Actualmente, en Villa El Salvador se tiene a disposición las siguientes instalaciones para Material Rodante:

- Taller No 01 – Taller de Mantenimiento Corriente
- Instalación de soplado
- Taller de Material Rodante Auxiliar
- Torno en Fosa

El CONCESIONARIO debe llevar a cabo la construcción de la siguiente infraestructura, la cual podrá ser modificada por el CONCESIONARIO, siempre y cuando demuestre que con ello se mantienen o superan las prestaciones y funcionalidades exigidas en éste documento:

- Taller No 02 – Taller de Mantenimiento Mayor (Revisiones Generales)
- Mesa de Transferencia – Transportadora de coches
- Deposito de Bogies (cubierto)
- Instalación de pintura y lavado de Bogies
- Instalación para el abastecimiento de arena
- Cubierta del patio de estacionamiento de trenes

El taller de mantenimiento corriente ya se encuentra terminado, sin embargo, se requiere hacer algunos trabajos de acondicionamiento.

Se debe tener acceso y movilidad al taller de mantenimiento mayor, para lo cual se deberán adecuar accesos hacia el mismo.

Como parte del alcance de las obras de la extensión de la Línea 1 desde Atocongo hasta la Av. Grau que se están llevando actualmente se incluyen las siguientes instalaciones para disponer en la zona de Patio-Taller de Villa El Salvador de todo el equipamiento e infraestructuras necesaria para el mantenimiento del sistema:

- Un anillo de vía férrea preparado para pruebas del Material Rodante que permite una velocidad de 30 km./h, debido al radio horizontal de 90 m.
- Taller de Mantenimiento de Instalaciones fijas
- Instalación Automática de Lavado

Las especificaciones de las instalaciones anteriores no son del alcance de este documento.

1.3.1. Condiciones Ambientales

La ubicación del taller será en el terreno disponible del patio taller, en Villa El Salvador, donde las condiciones de temperatura ambiente son poco variables en el curso del año, y puede oscilar entre los 10 a 35 °C, con una precipitación pluvial anual promedio de 15 mm, concentrada en un período de tres meses, y una humedad relativa promedio del 90% y que alcanza al 100%.

De manera particular debe considerarse que se trata de un medio ambiente marino, ya que la ciudad de Lima está ubicada frente al mar, y que, además,

su atmósfera está expuesta a altos niveles de contaminación durante una parte significativa del año.

La operación de los trenes de la Línea 1 se realizará al aire libre, al nivel del suelo o sobre viaducto, por lo que el material rodante se verá expuesto a las condiciones antes descritas, debiéndose considerar una temperatura ambiente de operación de los trenes de entre 10 y 35 °C.

1.3.2 Vía y Gálibo

El sistema de vía está acondicionado especialmente para permitir el rodamiento y el guiado de los coches por medio de ruedas metálicas. La vía está constituida por rieles y elementos similares a los de una vía férrea clásica, con una trocha estándar de 1.435 mm.

1.3.3 Tensión de Alimentación

El suministro de la energía eléctrica para la tracción se efectúa a través de una línea de contacto elevada (vía catenaria). La tensión nominal de la corriente en línea es de 1.500 Vcc. Dependiendo de las condiciones de carga de la red, esta tensión puede elevarse a 1.800 Vcc, descender aproximadamente a 1.050 Vcc y pasar bruscamente de uno de estos valores al otro. Los trenes deberán funcionar perfectamente en este rango de tensión.

La tensión continua de tracción, 1.500 Vcc, es distribuida por los cables aéreos que operan como polo positivo, y es captada por una escobilla montada sobre el pantógrafo de los coches con motor. El polo negativo de retorno de corriente lo constituyen los rieles de la vía férrea.

1.3.4 Composición de los Trenes, Dimensiones, Peso y Capacidad

El Tren Unidad Eléctrica (TUE) será funcionalmente independiente, cada TUE, en adelante Tren, deberá tener cabina de conducción en los extremos, contará con dos pantógrafos, equipamiento electromecánico de marcha, frenado y servicios auxiliares y deberá tener acopladores automáticos en ambos extremos.

La longitud máxima de un tren no podrá ser superior a 110 m., adecuando el número de coches y la longitud del taller a esa dimensión.

A continuación se muestran las principales dimensiones a considerar para los coches y el taller nuevo de material rodante:

Longitud máxima de un Tren:	110,00 m.
Ancho máximo de la caja de un coche:	2.850 mm.
Altura del piso del coche por encima de la superficie de rodamiento:	1.100 mm.
Radio mínimo de curva	70,00 m.

Nota: *Las alturas mínima y máxima de la línea de contacto existente se indican como referencia.*

El CONCEDENTE realizará los trabajos necesarios para nivelar a 4.000 mm la altura mínima de la línea de contacto existente antes de la Toma de Posesión.

El CONCESIONARIO deberá garantizar el aislamiento de seguridad entre la línea de contacto y la parte más alta del techo de los coches, para lo cual podrá aplicar distancias mínimas de seguridad u otras soluciones técnicas debidamente sustentadas y comprobadas en su Estudio Definitivo.
En el Estudio Definitivo se indicarán los datos del peso de cada tipo de coche, y su "capacidad de carga máxima" (CCM) en las siguientes condiciones de 3/4 de la CCM, 4/4 de la CCM (carga nominal) y 4/3 de la CCM (sobrecarga excepcional), considerando un peso medio por pasajero de 70 kilogramos. Para tal efecto deberá considerar la CCM con una densidad de 8 pasajeros de pie / m^2.
El peso de los coches con sobrecarga excepcional no deberá ser superior a la carga máxima de 12,2 toneladas por eje.

La instalación y la disposición de los asientos deberán optimizar la capacidad, la comodidad y el tiempo de entrada y salida de los usuarios. Para cumplir con este propósito, se deberá considerar una disposición lateral de los asientos.

1.3.5 Normas

Las normas que se aplicarán al diseño, construcción y equipamiento deberán cumplir con los reglamentos y normas nacionales, así como con las normas internacionales que correspondan.

2. Descripción de las obras

A continuación se describen las características técnicas de las obras civiles a ser construidas, según el proyecto ejecutivo de la segunda fase del Patio Taller, las cuales podrán ser modificadas por el Concesionario, siempre y cuando demuestre que con ello se mantienen o superan las prestaciones y funcionalidades exigidas en este documento.

2.1. Taller de Mantenimiento Mayor (Revisión General)

Ubicación

El edificio del taller está ubicado en el sureste del segundo nivel del Patio Taller, al lado del Taller de Mantenimiento Corriente, conformando un solo bloque de grandes proporciones.

Características Generales

Este taller contará con un almacén y oficinas equipados con todas las facilidades necesarias (conexiones de Internet, teléfono, iluminación, duchas, sistemas de detección de incendios interconectado al sistema, etc.). Se trata de una edificación de tipo industrial que está dedicada a la revisión de diversos componentes de los coches y trenes. La edificación tiene una planta rectangular de 144 m de longitud y ancho de 55 m., con una altura de paredes de 7.55 m., con un área encerrada de 7.920 m2.

El desplazamiento de elementos durante los trabajos se efectúa mediante grúas corredizas sobre vigas carrileras apoyadas en las columnas.

Debido a la extensión del área construida por edificaciones en base a módulos de luces constantes, se plantea un sistema prefabricado para la construcción de columnas, vigas y paneles de concreto.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ProInversión - JOSELYN OLAECHEA F. ASESORA LEGAL

CHRISTIAN GARCÍA-GODOS WALKER JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS ProInversión

Para el techado se ha propuesto un armazón metálico tipo sierra para permitir la iluminación y ventilación del local; con una cubierta de paneles acanalados de acero galvanizado.
En el interior del taller existen edificaciones menores de un piso como el de los servicios higiénicos, donde se plantea un sistema tradicional de pórticos y losa armada con estructura independiente de la prefabricada; y para los ambientes de Soldadores, Jefe de Ultrasonido y Departamento de Herramientas, con paneles metálicos y sin techo.

El piso del taller principal tiene diferentes niveles que conforman una zanja para la revisión de los coches por la parte inferior.

Estructurales

La estructura tiene un propósito doble: el de soportar el cerramiento del taller tanto lateral como superior, y el de soportar la carga del puente grúa que sirve longitudinalmente a todo el taller. Las columnas tienen una ménsula para recibir al puente grúa y en su parte superior reciben a los tijerales que soportan la cobertura. Tanto las columnas como las vigas de estos pórticos son elementos prefabricados a excepción de las columnas extremas que son llenadas in situ. Las fachadas transversales están formadas por pórticos de concreto llenado in situ. El cerramiento vertical está compuesto por panales prefabricados de concreto pretrenzado que se apoyan sobre la losa del piso y en su parte superior en las vigas de los pórticos.

La estructura del techo está compuesta por vigas reticuladas metálicas con inclinación a una agua –tipo sierra- (tijerales), formadas por tubos rectos de chapas de acero dobladas. Las viguetas son canales metálicos que se apoyan en ménsulas también de chapas dobladas soldadas en taller a la cuerda superior del tijeral. En el sentido longitudinal, los tijerales están arriostrados dos a dos en los puntos tercios.

Los pisos en general y las paredes de las zanjas en todo el área son de concreto armado de 20 cm., de espesor. Las zapatas tienen huecos verticales para alojar a las barras de anclaje de las columnas prefabricadas.

El puente grúa tiene 2.5 ton., de capacidad. En el Proyecto se incluye solamente las vigas carrileras y los soportes de éstas. Las vigas carrileras están formadas por vigas I.

Arquitectura

El espacio mayor anterior corresponde al taller principal y es el que alberga las 8 líneas de mantenimiento de los coches. La mitad de las cuales se ubica sobre la zanja de inspección inferior.

En la parte lateral, central y posterior se ubican los siguientes materiales:
1. Servicios Higiénicos
2. Depósitos de Herramientas
3. Jefe de Ultrasonido
4. Soldadores

Los acabados del edificio se han escogido teniendo en cuenta que van a soportar un trabajo muy intenso, para lo cual se emplearán materiales de alta resistencia y larga duración.

Todos los espacios destinados a talleres soldadores y las fosas de mantenimiento están provistos de un pavimento de resina industrial en base de mortero epóxido, que no necesita de junta.
Los zócalos de los ambientes que tienen pavimento de resina industrial estarán pintados con esmalte epóxido, tiene similares características del pavimento.

Los muros interiores, ya sean de albañilería tarrajeada o paneles prefabricados en concreto caravista, estarán pintados con látex lavables.

Toda la carpintería propuesta para puertas, ventanas y paneles divisorios será metálica, en base de perfiles y chapas de acero galvanizado.

El acabado exterior del edificio será en concreto caravista, tanto para los paneles y elementos prefabricado como para los elementos construidos a pie de obra.

Instalaciones Eléctricas

Las instalaciones eléctricas interiores del Taller deberán ser diseñadas de acuerdo con las siguientes Disposiciones, Normas y Reglamentos:

- Código Nacional de Electricidad – Utilización – 2006
- Resolución Ministerial Nº 175-2008-MEM/DM. Modificaciones del Código Nacional de Electricidad – Utilización.
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Norma Técnica EM.010 Instalaciones eléctricas interiores.
- Norma Técnica NTP – 370.303 Instalaciones eléctricas en edificios.
- Decreto supremo Nº 034-2008-EM. Medidas de ahorro de energía en el sector público.

El proyecto de construcción del taller debe incluir los siguientes estudios complementarios:

- Cálculo del alumbrado del taller y ambientes administrativos.
- Cálculo de ventilación del taller.
- Cálculo de aire acondicionado para oficinas.
- Cálculo del sistema de puesta a tierra

El proyecto de construcción del taller debe incluir los siguientes sistemas complementarios:

- Sistema de alarma contraincendio
- Sistema de agua contraincendio
- Sistema de puesta a tierra superficial y profunda
- Sistema de agua industrial y desague
- Sistema de aire comprimido
- Sistema de ventilación
- Sistema de alumbrado y tomacorrientes
- Sistemas de aire acondicionado
- Sistema de telefonía IP
- Sistema de cableado estructurado incluido servidores.

Instalaciones Sanitarias

El diseño de instalaciones sanitarias comprende:

1. Conexiones de agua fría y caliente.
2. Desagüe. Redes de desagüe. Conexión de desagüe.

3. Desagües pluviales. Canaletas de recojo (ver planos arquitectura). Redes de evacuación.

La máxima demanda simultánea de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones es de 0.54 L.P.S.

De la red general de agua que abastece el Patio Taller se toma para esta edificación una conexión de agua de 1 ¼" que servirá para abastecer los servicios higiénicos.

La tubería de agua será de PVC, clase 150. El sistema de eliminación de desagües es por gravedad, desde los servicios higiénicos hasta su descarga en el colector público. El colector exterior en su recorrido recolecta las aguas pluviales.

El sistema de tubería ha sido calculado con la suficiente capacidad para conducir la contribución correspondiente a la máxima demanda simultánea. El sistema descarga en la red pública.

Todas las tuberías de desagüe serán de PVC, tipo SAL. Las redes exteriores si se desean pueden ser de cemento normalizado.

Los diámetros, pendientes, cajas de registro, se indican en los planos respectivos y en su diseño se ha tomado en cuenta para todo el Reglamento Nacional de Edificaciones, en su título de Instalaciones Sanitarias.

Para la recolección de agua de lluvia los planos arquitectónicos y sanitarios indican un sistema de canaletas de recojo, las que mediante las bajadas convenientemente distribuidas descargan las aguas de lluvias en el colector exterior de desagüe. Las canaletas están incluidas en el diseño estructural de la edificación o de arquitectura.

Las tuberías de bajada de agua de lluvia serán de PVC, Clase 150.

Accesibilidad *del Material Rodante*

El Concesionario deberá diseñar y construir las vías de acceso del material rodante al taller de mantenimiento mayor, en función al diseño y construcción del propio taller, con la finalidad de aprovechar todas las funcionalidades especificadas en este documento y las propuestas por él mismo.

2.2. Mesa de transferencia

Ubicación

La Mesa de Transferencia está ubicada transversalmente al frente del Taller de Mantenimiento Mayor y Depósito de Bogies al Cubierto y entre éstos el Taller de Pintura y Lavado, a los cuales sirve y conecta.

Características Generales

Se trata de un patio de forma rectangular de 20 x 75 m., con una fosa central de 0.6 m. de desnivel, en el cual se mueve la mesa transportadora a las del nivel superior, con una capacidad de 40 ton., para el traslado de las cajas de los coches que hay que clasificar para las reparaciones en las apropiadas ubicaciones dispuestas en el interior del taller a través de 8 vías de acceso. Lo

mismo sirve para el Depósito de Bogies con 5 vías de acceso y para las instalaciones de pintura y lavado en el edificio ubicado al frente del taller.

Estructuras

Corresponde a una losa y al descubierto de concreto armado con malla electro soldada que cubre todo el área del patio con la fosa central, de 0.20 m., de espesor y vaciada sobre una base granular de 0.20 m

2.3. Depósito de bogies al cubierto

Ubicación

Está situado al costado del Taller de Mantenimiento Mayor en cuyas columnas se apoya su estructura de techo por un lado; y por el otro, se apoya en las columnas exteriores de un lado del Almacén General y en las columnas metálicas ubicadas al costado del Depósito de Ejes y Cabina Eléctrica.

Características Generales

Básicamente se reduce a un patio de losa de concreto armado de 0.20 m. de espesor y de 13 x 142 m., cubierta por un techo de estructura compuesta por vigas en arco de tubo rectangular de chapas de acero dobladas al frío, que se apoyan sobre las ménsulas de las columnas prefabricadas del Taller de Revisión y del Almacén General, así como de las columnas metálicas cuadradas rellenas de concreto. Las viguetas longitudinales en número de 6, se apoyan longitudinalmente sobre las vigas en arco y son también de chapa de acero dobladas; sobre éstas descansa la cubierta de paneles acanalados de acero galvanizado.

En toda la longitud del patio se ubican dos vías para el desplazamiento y ubicación de los vehículos; una de ellas sobre una zanja para la revisión inferior. Dichas vías se comunican con la Mesa de Transferencia y Taller de Revisión General.

2.4. Instalación de pintura y lavado de bogies

Ubicación

Está ubicado frente a la Mesa de Transferencia y Taller de Mantenimiento Mayor, todos en el segundo nivel del Patio Taller, al extremo sureste.

Características Generales

Al igual que la mayoría de los edificios corresponden a una construcción de tipo industrial destinado a las instalaciones de lavado, despintado y repintado de los Bogies; además de ubicar a una pequeña central térmica a vapor, tiene una planta rectangular de 25 x 26 m. (650 m2) y una altura de pared de 7.50 m., construida bajo el sistema de prefabricado de columnas, vigas y paneles de concreto. Para el techado se ha dispuesto un armazón metálico tipo sierra de tijerales, con una cubierta de paneles acanalados de acero galvanizado.

Estructuras

La estructura compuesta por zapatas, columnas y vigas prefabricadas que sirven para soportar el cerramiento del taller, tanto lateral de paneles de

concreto prefabricado como superior. Interiormente se proyectan tabiquerías de concreto armado con cimientos corridos que sirven para la división de los diferentes ambientes que componen la edificación.

La estructura está compuesta por 3 pórticos paralelos separados entre si por 10.375 x 13.620 m., siendo el espaciamiento entre columnas de 12.50 m., en el otro sentido.

Las columnas tienen sección cuadrada de 0.70 x 0.70 m., y las vigas de secciones variables de 1.00 m., de altura disponen de insertos para la fijación superior de los paneles y tijerales, y en los lados largos de la edificación forman la canaleta para la colección del agua del techo.
El cerramiento vertical está compuesto por paneles prefabricados de concreto pretensado que se apoyan sobre la losa del piso y en las vigas.

La estructura del techo está compuesta por vigas retículas planas de cuerdas paralelas en sentido transversal y triangular en sentido longitudinal, formadas por tubos rectangulares de planchas de acero dobladas en frío. Las viguetas del mismo material y forma se apoyan en la cuerda superior de los tijerales y sobre las viguetas se fija la cubierta de panales acanalados de acero galvanizado.

La cimentación está formada por zapatas aisladas de concreto armado llenado in situ. Las zapatas tienen huecos verticales para alojar a las barras de anclaje de las columnas prefabricadas. El anclaje se logra con resina epóxica.

Arquitectura

El edificio consta de un solo piso y comprende los siguientes ambientes:
1. Despintado
2. Instalación de Lavado de Bogies
3. Instalación de Pintura
4. Central Térmica
5. Instalación de Depuración del Agua del Lavado
6. Pequeña Pintura
7. Depósito de Pintura

Dichos ambientes están separados por muros de concreto armado de 6.50 x 5.80 y 4.00 m. de altura, sin coberturas, a excepción de la Central Térmica cubierta por un techo de losa armado y todos independientes de la estructura en prefabricado.

Los espacios destinados a las Instalaciones de Despintado, Lavado y Pinturas están provistos de un piso de cemento con resina industrial, los demás ambientes cuentan con un piso de cemento pulido; los zócalos son de cemento pulido.

Los muros inferiores, ya sean de concreto o panales prefabricado en concreto caravista, estarán pintados con látex lavables.

Toda la carpintería propuesta para puertas y ventanas será en base de perfiles y planchas de acero galvanizado.

El acabado exterior del edificio es en concreto caravista, tanto para los paneles y elementos prefabricados como para los elementos construidos a pie de obra.

Cada una de las instalaciones deberá disponer de un Sistema de Ventilación acorde con los trabajos previstos.

2.5. Depósito de ejes montados

Ubicación

El Depósito de Ejes Montados, ubicado en el segundo nivel del Patio Taller (215.0) y al lado del Taller de Reparación General y Depósito Cubierto de Bogies en el extremo sureste.

Características Generales

A continuación del Almacén General en su sentido longitudinal se ubica el Depósito de Ejes Montados, que consiste en una losa al descubierto de concreto armado de 16 x 25 m. y 0.20 m. de espesor.

El depósito está destinado principalmente a las máquinas y a los equipos necesarios para la revisión del cielo completo de los ejes montados.

En dicha losa queda insertada una vía férrea a nivel para el servicio de las diferentes fases de elaboración de los ejes, como para su almacenamiento antes o después de su revisión.

Para el traslado y acarreo de los materiales, la losa será equipada con una grúa corrediza de tipo móvil.

2.6. Fosa para báscula y caseta para sala de peso y recepción

Ambas edificaciones están ubicadas detrás del Almacén General en el extremo sureste y plataforma central del Patio Taller.

Fosa para Báscula

Constituida por una fosa rectangular bajo el nivel del piso de 5.30 x 9.50 m., de lados y 10.65 m., de profundidad, con paredes y piso de muros y losa de concreto armado de 0.20 m., de espesor.

La fosa situada al frente de la caseta deberá alojar a la plataforma del pesado y mecanismo de la Báscula.

Caseta para la Sala de Peso y Recepción

El edificio consta de un solo nivel y es de forma rectangular de 3.30 x 7.30 m. de lados y 3.20 m., de altura y está dividido en 2 ambientes: una Sala de Peso donde se ubicarán los dispositivos de medición y una Oficina de Recepción para la atención y certificaciones correspondientes.

La edificación ha sido concebida como una estructura aporticada de concreto armado, sujeta a cargas verticales y horizontales.

La cimentación corresponde a una losa armada de piso con sardineles perimetrales, desde donde se proyectan 8 columnas que sostienen una losa maciza de 0.15 m, como techo, la misma que remata en un friso perimetral de borde 0.65 m., de altura.

La división del edificio es con muros de ladrillo de soga tartajeados con mortero de cemento interiormente y caravista exterior.

Igualmente será tarrajeado el cielo raso; y el piso será de cemento pulido.

Las columnas interiormente separadas de la tabiquería exterior no llevarán ningún revestimiento, quedando el concreto expuesto.

Se ha previsto de una cobertura para el techo de ladrillos pasteleros asentados con una mezcla de cemento.

Las puertas y ventanas serán de carpintería de perfiles y láminas de acero dobladas en frío.

2.7. Zona de patio de estacionamiento de trenes

En la zona de estacionamiento de trenes del primer nivel del Patio Taller deberá construirse cada dos (02) vías un andén de acceso al compartimiento de pasajeros de aproximadamente 1 metro de ancho con un sistema de luces dirigidas a los interiores de los coches y fuentes de agua para la limpieza de los mismos.

El diseño y las especificaciones técnicas para la implementación de ésta área deberán ser coordinados con el Concedente.

3. Equipamiento electromecánico

A continuación se describen las características técnicas del equipamiento electromecánico a ser implementado, según el proyecto ejecutivo de la segunda fase del Patio Taller, las cuales podrán ser modificadas por el Concesionario, siempre y cuando demuestre que con ello se mantienen o superan las prestaciones y funcionalidades exigidas en este documento.

3.1. Requerimientos generales a cumplir por los equipos

Cumplir con los requerimientos tecnológicos descritos en las especificaciones técnicas para satisfacer la ejecución de las operaciones de revisión y mantenimiento mayor, tanto del material rodante propuesto como del existente.

Todos los sistemas eléctricos y electrónicos deberán ser fabricados para un ambiente tropical.

Los cables eléctricos deberán ser de tipo autoextingible.

Los cables de potencia deberán tener ubicación separada de los cables de comando.

La instalación eléctrica, deberá estar protegida por canaleta galvanizada o por tubos galvanizados, convenientemente asegurados al ingreso y salida de los paneles y armarios.

Los conductores eléctricos deberán estar identificados en los 2 extremos, referidos a la numeración del esquema eléctrico.

Todas las instalaciones, incluidas la carpintería metálica deberán estar conectadas a la red de tierra.

El sistema de iluminación de la zona de trabajo, deberá ser tal que asegure una iluminación de 300 lux. El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

El diseño y fabricación de los equipos deberá cumplir con las siguientes normas:

- UNE EN 292 - 1 y 2 - Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño.
- UNE EN 294 - Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.
- UNE EN 811 - Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores.
- UNE EN 953 - Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles
- NORMA UNE 20-416-80 Parte I - Equipo eléctrico de las máquinas-herramienta. Concuerda con las Normas CEI 204-1, NF C79-110 y DIN 57113 / VDE 0113

3.2. Alcance del suministro

El suministro comprende:

- Relación documentaria
- Cargas para diseño de obras civiles.
- Planos de cimentación.
- Planos de construcción de los equipos
- Planos esquemáticos eléctricos, hidráulicos y neumáticos según el caso.
- Relación técnica de todos los componentes.
- Detalles del cálculo relativo al dimensionamiento de los dispositivos
- Programa de suministro de montaje.
- Construcción de obras civiles relacionadas con el suministro.
- Equipamiento de las vías de acceso del material rodante al taller de mantenimiento mayor.
- Aplicación de las disposiciones de seguridad y contra accidentes, ya sea en la fabricación como en el montaje.
- Piezas de repuesto para dos (2) años de operación.
- Los programas de ensayo y pruebas.
- Certificado de ensayos
- Manual de uso y mantenimiento

3.3. Equipamiento del Taller de Mantenimiento Mayor

El CONCESIONARIO suministrará el equipo misceláneo para uso en las áreas del nuevo taller de mantenimiento de material rodante. Este equipamiento incluirá estaciones de trabajo especializadas, bancos de trabajo para reparación de bogies, bancos de trabajo para motores de tracción, hornos para secado y curado, calefactores para extracción y montaje de

piezas mecánicas, equipo de detección de fisuras ultrasónica y de flujo magnético u otros que el CONCESIONARIO considere necesarios.

El taller deberá comprender tomas de fuerza motriz de tipo industrial de 220 Vca, de 380 Vca y tomas de aire comprimido.

El CONCESIONARIO tomará como referencia los equipos mencionados en el Proyecto Ejecutivo de la Segunda Fase: Villa El Salvador – Hospital Dos de Mayo, desarrollado por el Consorcio Tralima y/u otros que considere necesarios.

Para tal fin, se encargará de diseñar, fabricar, suministrar, instalar y garantizar tales equipos, los cuales se mencionan a continuación.

El taller deberá contemplar los siguientes repartos o secciones definidas.

- Sección – Soldadura Oxigeno - Acetileno y eléctrica
- Sección – Ejes – Ruedas y Ejes Montados
- Sección - Control no destructivo por U.S.
- Sección – Herramientas para Mantenimiento Instalaciones del taller
- Sección – Taller de tornos
- Sección – Reductores
- Sección – Bogies
- Sección – Equipos Neumáticos y freno
- Sección - Utillaje
- Sección - Acopladores Automáticos
- Sección – Maquinas eléctricas Rodantes
- Sección – Pantógrafos
- Sección – Reparación General Cajas y Equipos Interiores

Además deberá contar con un foso de cambio de motores, que permita cambiar el motor sin desmontar el bogie del coche, con dimensiones aproximadas de 2m x 2,5m, con una plataforma elevadora de recorrido 1,5 m y de carga 3 Tn.

También un foso de cambio de bogies, con dimensiones aproximadas de 4 x 4,5 metros, con dos columnas soporte a cada lado de la vía para aguantar la caja en el que se apoyo el bogie que se vaya a retirar. Una plataforma elevadora de 2 metro que pueda cargar 10 Tn. También es necesario un puente grúa de 10 Toneladas para sacar el bogie fuera del foso.

El equipamiento electromecánico será suministrado con controles de última generación conectados a una red informática con protocolos comerciales.

A continuación se especifican los equipos mínimos, más importantes, que deberá de suministrarse.

3.3.1. Pórtico de prensado de bogies

Generalidades

La siguiente especificación define las condiciones técnicas y las prescripciones de un pórtico de prensado de bogies de 30 toneladas parar el desmontaje y montaje del bogie y control final del bogie con una carga prefijada.

El portal será completado con equipo eléctrico de accionamiento y relativos dispositivos de mando y protección.

	Características pedidas	Unidad de medida	Parámetros y datos
1	Capacidad total de prensado del portal	Ton.	30
2	Capacidad de cada prensador	Ton.	15
3	Desplazamiento vertical de cada prensador	mm.	1200
4	Centrales hidráulicas de potencia	n.	2
5	Central hidráulica de bloqueo bogie	n.	1
6	Potencia total absorbida en la instalación	KW.	23,5
7	Peso total del portal	Ton.	12
8	Dimensiones externas:		
	Largo	mm.	3800
	Ancho	mm.	7200
	Altura	mm.	5450

Características tecnológicas de la máquina

El pórtico estará formado por:

- 2 montantes independientes unidos por un travesaño fijo con dos bogies movibles porta prensadores.
- 2 bogies movibles porta prensadores colocados simétricamente respecto al eje de la vía a una distancia entre los mismos de 1950 mm.
- 2 prensadores de 15 ton cada uno, con carrera vertical de 1200 mm.
- Transductores electrónicos de señalización de la carga y de la posición de los pistones prensadores.
- Dispositivos (tablas movibles ortogonales con calota esférica) montados en la extremidad inferior de cada pistón para el libre posicionamiento y bloqueo del bogie ferroviario.
- Armario con componentes eléctricos
- Computadora con teclado y pantalla para la señalización y la visualización de los parámetros obtenidos.

Parámetros visualizados:

- Accionador de carga derecho e izquierdo y carga total
- valor entre la distancia del plano de empuje y el plano ferroviario relativo al accionador derecho y izquierdo respecto al centro del portal
- pupitre de mandos para el funcionamiento "manual"

Motores y equipos eléctricos

Los motores eléctricos tendrán que ser de tipo protegido, autoventilado, aptos a corriente alterna trifásica de 60 Hz y tensión de alimentación de 380 Voltios.

El equipo eléctrico de mando de tipo automático en aire tendrá que ser de baja tensión y accionado tramite pulsadores en posición cómoda para el operador.

Los motores eléctricos y los aparatos de mando tendrán que respetar las normas CEI ultima edición y tendrán que prever las protecciones inherentes a las sobrecargas y las faltas de tensión.

Accesorios

Son necesarios los siguientes accesorios:

- pernos de anclaje
- tablas técnicas, esquemas y dibujos de las partes mecánicas y eléctricas

- manuales de instrucción para el uso y la manutención

Pintado

Todas las partes de la máquina tendrán que ser acabadas con un esmerado trabajo de pintado.

Protección contra los accidentes y el ruido

La máquina tendrá que ser dotada de todas las protecciones aptas para proteger a los obreros contra el riesgo de accidentes, tal como previsto en las normas de prevención de accidentes en el trabajo.

El nivel de ruido no superara el Limite máximo admitido de acuerdo a las normas aplicables vigentes, la más restrictiva entre la Directiva 2003/10/CE y la "Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico" del Perú

3.3.2. Máquina para prueba de amortiguadores hidráulicos

Generalidades

La siguiente especificación define las condiciones técnicas y las prescripciones de una máquina para las pruebas de amortiguadores hidráulicos. La máquina estará completara con equipo eléctrico de accionamiento y relativos dispositivos de mando y protección.

	Características pedidas	Unidad de medida	Parámetros y datos
1	Carga máxima	Kg.	+2500
2	Frecuencia de prueba	Cicl/min.	0-300
3	Carrera de extensión variable	mm.	0-200
4	Velocidad máxima de prueba	m./seg.	1
5	Abertura de prueba	mm.	1500
6	Potencia total absorbida	KW.	22
7	Alimentación eléctrica trifásica	V/Hz.	380/60
8	Dimensiones externas de la maquina		
	Largo	mm.	920
	Ancho	mm.	1500
	Altura	mm.	3000
9	Dimensiones externas de la mesa		
	Largo	mm.	740
	Ancho	mm.	1740
	Altura	mm.	900
10	Parámetro que hay que visualizar:		
	Velocidad lineal		
	Carrera		
	Carga máxima negativa		
	Carga máxima positiva		
	Ciclo de histéresis		

Características tecnológicas de la maquina

La máquina está formada por:

- Chasis de carga formado por dos columnas tubulares rectificadas unidas en la parte de arriba por un travesaño fijo al centro del cual está montada una cámara de carga y el punto de fijación superior del amortiguador.
- Travesaño móvil con movimiento y bloqueo oleodinámico
- Central oleodinámica de mando.
- Grupo motoreductor de potencia oportunamente dimensionado con volante de regulación de la carrera mediante un mecanismo biela manivela y dispositivo de regulación micrométrica de la carrera.
- Caña deslizable para la fijación de la parte inferior de amortiguador.

Motores y equipos eléctricos

El grupo motoreductor estará dotado de motor de corriente continua autoventilado, dinamo taquimétrica y relativo accionamiento de mando del motor.

Los mandos eléctricos del banco, la electrónica de control para la revelación, de los datos característicos (carga máxima de tracción/compresión a varias velocidades, carrera) y la PC completa con teclado y pantalla en la mesa de control.

Parámetros visualizables en la pantalla:
- Velocidad lineal de compresión y expansión
- Carrera
- Carga máxima de compresión
- Carga máxima de distensión
- Ciclos de histeresis:
- fuerza/desplazamiento con números de ciclos/min prefijados fuerza/velocidad

La alimentación de la instalación será de corriente alterna trifásica de 60Hz, tensión de alimentación de 380 voltios.

El equipo eléctrico de mando de tipo automático en aire tendrá que ser de baja tensión.

Los motores eléctricos y los aparatos de mando tendrán que respetar las normas CEI ultima edición y tendrán que prever las protecciones inherentes a las sobrecargas y las faltas de tensión.

Accesorios

Son necesarios los siguientes accesorios:
- Pernos de anclaje
- Esquemas de las partes eléctricas e hidráulicas
- Manuales de instrucción para el uso y la conservación
- Tablas técnicas
- Llaves de servicio
- Enganches de arriba y de abajo de dos tipos de amortiguadores

Pintado

Todas las partes de la máquina tendrán que ser acabadas con un esmerado trabajo de protección contra los accidentes y el ruido

ASESORA LEGAL Proinversión
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS Proinversión

La máquina tendrá que estar dotada de todas las protecciones aptas para proteger a los obreros contra el riesgo de accidentes, tal como previsto en las normas de prevención de accidentes en el trabajo.

El nivel de ruido no superará el límite máximo admitido, de acuerdo a las normas aplicables vigentes, la más restrictiva entre la Directiva 2003/10/CE y la "Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico" del Perú

3.3.3. Equipo oleodinámico para el calaje de las ruedas

Generalidades

La siguiente especificación define las condiciones técnicas y las prescripciones de un equipo para el calaje de las ruedas en los ejes.

El equipo será completado con equipo eléctrico de accionamiento y relativos dispositivos de mando y protección.

	Características pedidas	Unidad de medida	Parámetros y datos
1	Longitud de eje	mm.	2616
2	Diámetro máximo del centro de la rueda	mm.	698.47
3	Diámetro freno de disco	mm.	580
4	Peso eje completo	Kg.	1972
5	Potencia eléctrica absorbida	Kw.	4
6	Dimensiones externas(maquina + central)		
	Largo	mm.	7200
	Ancho	mm.	1500
	Altura	mm.	1600
7	Armario de equipos eléctricos		
	Largo	mm.	400
	Ancho	mm.	1200
	Alto	mm.	1500

Características tecnológicas de la máquina

El equipo será formado por:

- Mesa de soporte
- Plano para el centraje y el bloqueo de los centros de rueda, con dos posiciones de trabajo con plano horizontal y con plano vertical
- Contrapunta deslizable sobre apropiadas guías en el banco
- Grupo (deslizable sólidamente con la contrapunta sobre las guías de la mesa) apto para sostener el eje y el grupo reductor y para permitir la rotación del eje en 360 grados alrededor de un eje vertical
- Sistema de centrado del centro de rueda con punta deslizable
- Central hidráulica
- Tablero eléctrico

El modo de trabajo es en forma horizontal.

Motores y equipos eléctricos

Los motores eléctricos tendrán que ser de tipo protegido, autoventilado aptos para corriente alterna trifásica de 60 Hz y tensión de alimentación de 380 Voltios.

El equipo eléctrico de mando de tipo automático en aire tendrá que ser de baja tensión y accionado mediante pulsadores en posición cómoda para el operador

Los motores eléctricos y los aparatos de mando tendrán que respetar las normas CEI ultima edición y tendrán que prever las protecciones inherentes a las sobrecargas y las faltas de tensión.

Accesorios

Son necesarios los siguientes accesorios:
- esquemas y dibujos de las partes mecánicas y eléctricas
- manuales de- instrucción para el uso y el mantenimiento

Barnizado

Todas las partes de la máquina tendrán que ser acabadas con un esmerado trabajo de barnizado según los colores del prospecto UNI

Protección contra los accidentes y el ruido

La máquina tendrá que estar dotada de todas las protecciones aptas para proteger a los obreros contra el riesgo de accidentes, tal como previsto en las normas de prevención de accidentes en el trabajo. El nivel de ruido no superará el límite máximo admitido en las normas aplicables vigentes.

3.3.4. Horno-eléctrico con dos cámaras

Generalidades

La siguiente especificación define las condiciones técnicas y las prescripciones de un horno eléctrico con dos cámaras para el calentamiento de los centros de las ruedas que hay que unir en caliente al eje.

El horno será completado con equipo eléctrico de accionamiento y relativos dispositivos de mando y protección.

Características tecnológicas de la máquina

El horno con dos cámaras separadas será construido externamente con estructura en chapa de hierro nervada y paneles diamantados removibles desde el exterior.

Internamente será de acero inoxidable con camisa forrada de lana de roca para mantener una temperatura interna máxima de 400°C y externa de 18-20°C.

Cada cámara estará equipada con portillo con bisagra cerrable mediante volantes para obtener un cierre hermético.

La base parcialmente encajonada en el piso, tendrá guías de rodadura para las carretillas de carga.

En el interno y en el techo estarán ubicadas las resistencias eléctricas blindadas y aletadas en acero inoxidable 18/8.
En el exterior, sobre el techo, estarán ubicados los motores eléctricos con rotores en acero inoxidable que darán origen a la circulación forzada de aire

para mantener uniforme la temperatura interna y para cambiar el aire mediante expulsión automática a través de la chimenea de descarga.

Motores y equipos eléctricos

Los motores eléctricos tendrán que ser de tipo protegido, autoventilado, aptos a corriente alterna trifásica de 60 Hz y tensión de alimentación de 380 Voltios.

Cada cámara del horno estará equipada con tablero eléctrico con amperímetro y luz de seguridad, con equipos de tipo automático en aire, de baja tensión con mandos de pulsadores en posición cómoda para el operador.

Cada tablero comprenderá un conmutador estrella triángulo que permita el uso del horno con potencia reducida de 1/3 respecto ala potencia total instalada (la conmutación será automática en el momento en el que la carga habrá alcanzado la temperatura de régimen).

Cada tablero será equipado con termómetro - termostato con escalas de 0-500°C con índice rojo de regulación para mantener una temperatura constante con un descarte de ± 5°C

Los motores eléctricos y los aparatos de mando tendrán que respetar las normas CEI ultima edición y tendrán que prever las protecciones inherentes a las sobrecargas y las faltas de tensión.

Equipos de accesorios

Son necesarios los siguientes accesorios:

Carretillas de carga para materiales, con chasis en perfil de hierro y plano de chapa inoxidable, cada una de las cuales equipadas con 4 ruedas de peldaño en fundición montadas sobre soportes monobloque con cojinetes de rodadura, recubiertos interiormente en aluminio AT
Serie de pernos de anclaje
Esquemas y dibujos de las partes eléctricas

Barnizado

Todas las partes de la máquina tendrán que ser acabadas con un esmerado trabajo de barnizado según los colores del prospecto UNI 4099

Protección contra los accidentes y el ruido

La máquina tendrá que estar dotada de todas las protecciones aptas para proteger a los obreros contra el riesgo de accidentes, tal como previsto en las normas de prevención de accidentes en el trabajo.

El nivel de ruido no superará el límite máximo admitido en las normas aplicables vigentes.

3.3.5. Prensa oleodinámica horizontal

Generalidades

La siguiente especificación define las condiciones técnicas y las prescripciones de una prensa horizontal oleodinámica de 500 toneladas para

el calado y decalado de los ejes montados (compuesto por eje dos ruedas y un reductor central).

La prensa será equipada con:

- equipo electrohidráulico de accionamiento y relativo equipo de mando y protección
- carro puente completo de 2 elevadores.

	Características pedidas	Unidad de medida	Parámetros y datos
1	**Esfuerzo máximo**	Ton	500
2	**Cilindro principal**		
	Esfuerzo máximo a 250 bar	Ton	500
	Area efectiva	cm^2	1960
	Diámetro	mm.	480
3	**Cilindros laterales de arribo y retorno**		
	Esfuerzo máximo a 250 bar	Ton	60
	Area efectiva total	cm^2	245
	Diámetro	mm.	125
4	**Cilindro desplazamiento contrapunta**		
	Esfuerzo regulable a 60 bar	Ton	10
	Area efectiva	cm^2	177/346
	Diámetro	mm.	150/210
5	**Poleas**		
	Capacidad elevador 1	Ton	3
	Capacidad elevador 2	Ton	2
	Velocidad de elevación rápida	m./min.	3
	Velocidad de elevación lenta	m./min.	0,5
6	**Máxima distancia libre entre la cabeza prensadora y el montante móvil**	mm.	3100
7	**Bomba principal**		
	Capacidad	L/min.	80
	Presión	Bar	250
8	**Bomba auxiliar para mando contrapunta**		
	Capacidad	L/min.	2/40
	Presión	Bar	20/70
9	**Capacidad tanque de aceite**	L	850
10	**Motor eléctrico de traslación montante móvil**	HP	7,5
11	**Motor eléctrico de mando bomba principal**	HP	15
12	**Motor eléctrico de mando bomba auxiliaría**	HP	5.5
13	**Dimensiones externas**		
	Largo	mm.	9100
	Ancho	mm.	4800
	Altura	mm.	4300
14	**Peso**	Kg	80000
15	**Altura de las vías de carrera carro- puente**	mm.	5000
16	**Altura del gancho del carro puente del piso al frente de la puerta**	mm.	4400
17	**Potencia motores eléctricos del carro puente**	HP	12

PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
ASESORA LEGAL
ProInversión

JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ProInversión

Características tecnológicas de la maquina

Ya que el calado de las ruedas se efectúa en caliente la prensa será utilizada para el control de la eficiencia del calado efectuado y para el decalado de ruedas con el auxilio del sistema de aceite en presión SKF.

Además tendrá que ser estudiada la posibilidad de calar en frío desmontar (con auxilio del sistema SKF) los discos de los frenos de extremo.

La prensa será, formada principalmente por:

1. Un chasis de base en acero, con estructura soldada normalizada completo de carriles de acero
2. un montante fijo en acero con estructura soldada con cilindro con doble efecto para el mando de la contrapunta
3. dos columnas de conexión de montantes de acero de alta resistencia
4. un montante movil deslizable sobre carriles accionado por un motor eléctrico con alojamiento del reductor central monobloque del eje montado
5. instalación oleodinámica, completa de central para el mando del cilindro prensador y de la contrapunta
6. una estructura metálica capaz de sostener las vías de carrera del carro puente
7. carro puente completo con n.2 elevadores respectivamente de 3 ton y de 2 ton

Motores y equipos eléctricos

Los motores eléctricos tendrán que ser de tipo protegido, autoventilado, aptos para corriente alterna trifásica de 60 Hz y tensión de alimentación de 380 Voltios.

El equipo eléctrico de mando de tipo automático en aire tendrá que ser de baja tensión y accionada mediante pulsadores en posición cómoda para el operador.

Los motores eléctricos y los aparatos de mando tendrán que respetar las normas CEI ultima edición y tendrán que prever las protecciones inherentes a las sobrecargas y las faltas de tensión.

Accesorios

Son necesarios los siguientes accesorios

- pernos de anclaje
- llaves de servicio
- bomba manual de lubricación
- herramientas para el decalado y las pruebas decalado de las ruedas
- herramientas para el decalado y calado de los discos de los frenos de extremidad

Barnizado

Todas las partes de la máquina tendrán que ser acabadas con un esmerado trabajo de barnizado según los colores del prospecto UNI 4099

Protección contra los accidentes y el ruido

La máquina tendrá que ser dotada de todas las protecciones aptas para proteger a los obreros contra el riesgo de accidentes, tal que como está previsto en las normas de prevención de accidentes en el trabajo.

El nivel de ruido no superara el límite máximo admitido en las normas aplicables vigentes.

3.3.6. Torno multi alcance para ejes montados cnc

Generalidades

La siguiente especificación define las condiciones técnicas y las prescripciones de un torno especial multialcance para las elaboraciones de ejes montados.

El torno será completado con equipo eléctrico de accionamiento y adecuados dispositivos de mando y protección.

Características pedidas	Unidad	Parámetros y datos
Diámetro máximo admitido(Ø max. de aros brutos)	mm.	1100
Diámetro mínimo admitido (Ø min. de rodadura)	mm.	720
Largo max de eje	mm.	2650
Largo min. de eje	mm.	1950
Ancho guías del banco	mm.	3500
Ancho guías corredera	mm.	930
Ancho guías corredera transversal	mm.	600
Peso total torno	Kg.	30000
Dimensiones externas:		
Largo	mm.	7100
Ancho	mm.	3300
Altura	mm.	2900

Cabeza		
Gamas de velocidad del mandril con variación continua	N	3
Velocidades		
1.a gama	rev./min.	0,5-33,3
2.a gama	rev./min.	1,6-100
3.a gama	rev./min.	5-300
Momento de torsión máxima en el mandril	NM	36000
Entrada delantera del mandril	ASA	15"
Diámetro autocentrador	mm.	1400
Carrera manual de bridas	mm.	150
Carrera automática max. de bridas	mm.	20
Diámetro del cojinete delantero del mandril	mm.	260
Diámetro caña corrediza	mm.	140
Carrera caña corrediza interior	mm.	300
Cono de la punta	Morse	6

Correderas de trabajo		
Carrera corredera transversal	mm.	800
Carrera corredera longitudinal	mm.	3200
Velocidad de avance longitudinal y transversal	mm./rev.	0-50
Velocidad en rápido transversal	Mm./min.	4000
Velocidad en rápido longitudinal	mm./mi.	5000

Contrapunta		
Diámetro caña	mm.	180
Carrera caña	mm.	300
Cono de la punta	MORSE	8

Motores		
Motor principal de cabeza	kW.	40
Potencia total instalada en la central	kW.	15
Motor accionamiento eje X	kW.	4.4
Motor accionamiento eje Z	kW.	4.7
Motor bombas lubricación guías	kW.	0.2
Motor bomba lubricación mecanismos	kW	0.15+0.15
Motor avance rápido contrapunta		
Dimensiones externas armarios equipos eléctricos		
Largo	mm.	2400
Ancho	mm.	600
Altura	mm.	2000

Características tecnológicas del torno

El torno tendrá que ejecutar las elaboraciones siguientes sobre ejes completos:

- Tornear en ciclo automático los aros de ejes montados, sea para aros brutos que para aros reperfilados acero R = 80~95 kg./mm².
- Marcar el desgaste máximo;
- Tornear para la remoción del cintillo de sujeción.
- Tornear las superficies de los discos del freno.
- Tornear la banda del centro rueda. Acero 46 Mn - Si 4 templado (con particular equipo de arrastre).
- Medir el perfil de la rueda gastada.

El torno será regulado por control numérico que permita ejecutar sea ciclos de funcionamiento que ciclos de medida y además permita comparar el perfil gastado con los perfiles técnicos.

Estructuralmente será formado por dos partes distintas:

La primera parte que mueve el eje, será formada por una mesa, la cabeza, la contrapunta y el grupo de elevación; la segunda parte que lleva los utensilios, será formada por una segunda mesa con un grupo de correderas sobre las cuales tiene que ser montada una torreta porta utensilios.

Entre las dos mesas se encuentra el transportador de virutas.

Mesa posterior

La mesa monolítica en fundición, apoyada sobre la fundación por todo lo largo con nervaduras que aseguran la máxima rigidez, soportará la cabeza, portará las guías, holgadamente dimensionadas, de traslación de la contrapunta y contendrá el grupo de elevación del eje.

Será equipada con amplios canales para transportar las virutas y el enfriador sobre el transportador.

Cabeza

- Motor en cc. autoventilado sobre base propia.
- Mandril montado sobre cojinetes de precisión de dos filas de rodillos y de empuje
- Freno electromagnético en adición al frenado dinámico del motor.
- Todos los engranajes en acero al Ni-Cr, endurecidos, templados y rectificados.
- Todos los ejes equilibrados también dinámicamente.
- Lubricación automática de todos los órganos en movimiento.
- Señalización acústica y visual en el caso de insuficiente lubrificación
- Mandril dimensionado para elaboraciones con fuerte remoción de material.
- Caña deslizante en el interior del mandril con desplazamiento a tornillo que asegura la irreversibilidad del movimiento

Elevador

Será apoyado sobre el banco, con la función de alinear el eje y asegurar el centraje. Tendrá que ser equipado de un bloqueo mandado hidráulicamente para la parada del brazo del casquillo del contrapunto. Este dispositivo de bloqueo condicionará eléctricamente el mando de rotación de la plataforma de la cabeza.

Contrapunta

- Caña en acero tratado y rectificado con translación hidráulica y de la fuerza de presión y de la velocidad.
- Punta giratoria incorporada en la caña.
- Bloqueo automático de la caña.
- Bloqueo automático de la contrapunta a la base.

Mesa delantera

En función monobloque de fundición "Meehanite" apoyado sobre la fundación en todo lo largo, con estructura alveolar nervada para dar el máximo de rigidez y la máxima atenuación de vibraciones, portará las guías de deslizamiento holgadamente dimensionadas, templadas a inducción y rectificadas y completamente cubiertas con protecciones telescópicas.

Carro de trabajo

Deslizable sobre las guías del banco delantero y dotado de chavetas de regulación lubricadas automáticamente.

- Translación longitudinal y transversal obtenida con tornillos de circulación de bolas con dobles guías precargadas y completamente protegidas.
- Traslación obtenida con servomotores con alta respuesta dinámica.
- Todas las cadenas cinemáticas serán de alta precisión y dotadas de dispositivos para la regulación de juegos.
- Volantes electrónicos micrométricos para el movimiento de precisión de los ejes.
- Todos los órganos de deslizamiento serán lubricados mediante electrobomba temporizada y revestida con material anti fricción
- Dotado de estribo que permite al operador accionar la máquina del carro.
- Dotado de tablero orientable que lleva centralizados todos los mandos de la máquina.

- Dotado de torreta que porta todos los utensilios necesarios para las elaboraciones previstas y los eventuales instrumentos para medir los ejes.

Mandos

Será dotado con tres tableros de mando: en la cabeza en la contrapunta y en el carro.

El tablero de cabeza comprende todos los mandos necesarios para la carga manual del eje.

El tablero de contrapunto mandará los avances y los mandos de la contrapunta y de la caña.

El tablero de carro tendrá todos los mandos para la movimentación de elaboraciones y de medida y los mandos para el control numérico CNC.

Equipo de bloqueo de la pieza

El torno será dotado de una plataforma hidráulica con tres mordazas para el arrastre del eje y para la elaboración en obra de los discos del freno.

Las mordazas se posesionan manualmente conforme al diámetro de las ruedas, y tendrán un deslizamiento hidráulico de bloqueo.

La carga y la descarga del eje serán ejecutada mediante la grúa del reparto, con posibilidad de mandar los posicionamientos diferentes singularmente para la presencia eventual de impedimentos particulares.

El torno será equipado con un dispositivo de conexión del brazo del casquillo con una mordaza que tendrá que conectar eléctricamente el mando de rotación de la plataforma.

Motores y equipos eléctricos

Los motores eléctricos tendrán que ser de tipo protegido, autoventilado, aptos para corriente alterna trifasica de 60 Hz y tensión de alimentación de 380 Voltios.

El equipo eléctrico de mando de tipo automático en aire tendrá que ser de baja tensión. Los motores eléctricos y los aparatos de mando tendrán que respetar las normas CEI (última edición).

El torno será dotado de control numérico CNC que guiara contemporáneamente los dos ejes de trabajo y las operaciones de posicionamiento de las correderas, con control de la rotación del mandril, control de los valores de avance etc.

El torno tendrá que elaborar ejes dotados de aros brutos y eje con aros para reperfilar y en este caso será necesario medir el desgaste del perfil de las dos ruedas de manera que se pueda verificar la condición de las ruedas y establecer el diámetro de trabajo mínimo posible para restablecer el perfil de nuevo.

Elaboraciones complementarias

Además de las elaboraciones del perfil externo de los aros y de los discos de los frenos, como está indicado anteriormente, el torno tendrá que servir las elaboraciones siguientes, sea en la rueda izquierda como en la derecha, sin

necesidad de girar el eje, montando de vez en vez cabezas de cambio rápido, con los insertados más idóneos:

a) tornear la corona del centro - rueda y las dos extremidades laterales.
b) remover el cintillo de sujeción.
c) obrar sobre los flancos de las ruedas

Accesorios

Son necesarios los siguientes accesorios:

- pernos de anclaje y bloques de alineación longitudinal y transversal
- llaves de servicio
- sistema de medida del perfil
- transportador de virutas
- porta utensilio especial Kennametal- bloqueo de contrapunto en la base
- bloqueo automático de la caña de la contrapunta
- punta giratoria incorporada en la caña de la contrapunta
- manuales de instrucción para el uso y el mantenimiento

Barnizado

Todas las partes de la máquina tendrán que ser acabadas con un esmerado trabajo de barnizado.

Protección contra los accidentes y el ruido

El torno tendrá que ser dotado de todas las protecciones aptas para proteger a los obreros contra el riesgo de accidentes, tal como está previsto en las normas de prevención de accidentes en el trabajo.

El nivel de ruido no superará el límite máximo admitido en las Normas aplicables vigentes

3.3.7. Torno paralelo de 3000 mm / 400 mm

El torno será apto para tornear piezas (de acero, hierro fundido, bronce etc.) sea con utensilios herramientas de acero rápido como con herramientas de carburo y tendrá las dimensiones apropiadas, para garantizar la robustez y la rigidez necesarias también para los trabajos de mayor empeño.

La mesa de hierro fundido monolítico con guías templadas a inducción y rectificadas, tendrá que apoyar sobre la bancada a todo lo largo.

La cabeza de hierro colado tendrá, con estructura particularmente resistente, incorporara los ejes, el husillo y los engranajes, de acero especial aleado y tratado, con perfil rectificado. Todo equilibrado dinámicamente,

Los soportes del husillo tendrán que garantizar la precisión máxima de trabajo.

La lubricación de todos los órganos será mediante una electrobomba que aspirará el líquido de un tanque independiente de la cabeza.

La caja de los engranajes será cerrada con lubricación automática.

Una electrobomba, temporizada con sensores proveerá la lubricación automática de las guías del carro, de la corredera transversal y de todas las guías.

Dispositivos de seguridad impedirán el funcionamiento de la maquina en el caso que falle el funcionamiento de las electrobombas.

Características mínimas pedidas	
1. distancia entre puntas	1300 mm
2. volteo sobre bancada	400 mm
3. peso admitido entre las puntas sin luneta	4000 kg
4. peso admitido entre las puntas con luneta	5500 kg
5. velocidad de giro mínimo del husillo	15 rpm
6. velocidad de giro máximo del husillo	1500 rpm

3.4. Equipamiento del taller de Material Rodante Auxiliar

El taller de Material Rodante Auxiliar (MRA) contará con un almacén o depósito de materiales y de lubricantes, oficinas equipadas con todas las facilidades (conexiones de Internet, teléfono, iluminación, duchas, sistemas de detección de incendios interconectado al sistema). Este taller está destinado para el resguardo y mantenimiento del MRA (vehículos de mantenimiento) de la línea ferroviaria y equipos de inspección, así como de locomotoras de maniobra existente y futuras.

El MRA es de tipo autopropulsado con Motores de Combustión Interna (MCI)

Como equipamiento de taller será necesario como mínimo el siguiente equipo:

- Banco universal para prueba de motores de arranque y alternadores
- Torno paralelo de 1500 mm / 200 mm

El banco de prueba tiene que ser equipado para la ejecución de las pruebas a los generadores (dinamo, alternador) hasta una potencia de 3,5 KW /24V, y de los arrancadores de motor diesel.

Tiene que estar provisto de:

- Doble velocidad de junta, en los dos sentidos de rotación de 300 a 600 rpm y 600 a 1200 rpm
- Arrastre de los generadores, directo o con correa
- un freno para la prueba de los motores de arranque
- un mando hidráulico de pedal
- un detector electrónico de giros de corona frenada
- doble escala de lectura del par de frenado de 0 a 300 Nm

3.5. Equipamiento del Taller de Mantenimiento Corriente

El Taller No 1 – Taller de Mantenimiento Corriente ya se encuentra construido. Este requiere de algunos acondicionamientos que se describen a continuación:

- Puertas de paso acceso entre el taller No 1 y No 02.
- Torna mesa giratorio de bogies, en el taller no 01, para su acceso al taller no 02
- Adecuaciones menores del taller para los equipos inmobiliarios de acuerdo a la segunda fase de equipamiento (plano I5305A)
- Reparto para el desempolvado y lavado de equipos (plano I5305A)
- Equipo para pruebas de rigidez dieléctrica
- Horno eléctrico para secado de equipos
- Equipo – de tipo cerrado para – para arenar y granallar
- Cabina de eliminación de polvo y barnizado grande

4 Documentación

Se deberá entregar toda la documentación del proyecto, la cual comprende cuatro partes: documentación del estudio de ejecución, documentación a entregar con el Estudio Definitivo, documentación de aceptación y documentación de operación y mantenimiento.

4.1 Documentación a Entregar con el Estudio Definitivo

Se realizará para obtener la aprobación del CONCEDENTE. Se entrega según la progresión de los estudios de ejecución del CONCESIONARIO.

Se entregará en dos ejemplares, más un tercero que será devuelto al Concesionario con las observaciones o aprobación de ésta.

La documentación a entregar con el Estudio Definitivo deberá incluir los siguientes puntos:

- Plano de las instalaciones con indicación de dimensiones, además de los requerimientos de espacios, ventilación, energía eléctrica, etc., necesarios. Con respecto al consumo de energía, deberá proporcionarse el requerimiento preciso de éste con la carga máxima.
- Descripción detallada de la configuración propuesta, con identificación y ubicación física de las aéreas de trabajo.
- Descripción técnica del procedimiento de revisión.
- Especificaciones técnicas completas los equipos.
- Esbozo de los sitios, con indicación y justificación del espacio necesario.
- Programa de operación.
- Referencias.
- Toda la información que el Concesionario esté obligado a presentar de acuerdo a lo aquí especificado y la que considere necesaria para cumplir y/o aclarar los términos técnicos y comerciales de su propuesta.

Una vez aprobados los documentos, el Concesionario deberá entregar la colección completa de las copias maestras u originales en papel y en soporte digital.

4.2 Documentación de Aceptación

Presentada a más tardar en el momento de la Aceptación de la Obra, la documentación de aceptación comprenderá:

- Inventarios de los equipos y partes principales de los sistemas y subsistemas a entregar.
- Certificados de los ensayos y mediciones efectuadas antes de la instalación, en las empresas o laboratorios de los diferentes constructores y fabricantes del material.
- Resultados de los ensayos y controles efectuados durante la instalación.
- Resultados de los ensayos y controles efectuados después de la instalación: ensayos generales de funcionamiento.
- Juego de planos correspondientes, incluyendo montaje y distribución, en su última versión, planos «tal como instalado» (as built).
- Los procedimientos de pruebas en fábrica, pruebas aisladas en campo, pruebas integradas y de puesta en marcha.

A esta documentación de aceptación se anexará un expediente que recopile los resultados de los ensayos de aceptación. La documentación de aceptación será entregada en tres ejemplares en papel y en soporte digital.

4.3 Documentación de Operación y Mantenimiento

Esta documentación será presentada en soporte resistente y de fácil utilización, a más tardar treinta (30) Días Calendario antes del inicio de la Puesta en Operación Comercial. De una forma general y hasta el final del periodo de garantía, el Concesionario deberá cumplir con la actualización de toda la documentación contractual suministrada.

La documentación comprende:

- El conjunto de documentos del estudio de ejecución, perfectamente actualizado (entregada al efectuarse la aceptación provisional en tres ejemplares).
- Manuales de operación.
- Manuales que incluyan instructivos de funcionamiento y de montaje de equipos y sistemas, y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Un manual que defina toda la planificación del mantenimiento preventivo, incluyendo un listado de trabajos necesarios para la correcta conservación del equipo, para cada uno de los cuales se deberá especificar los siguientes datos:

Periodicidad con la cual deberán realizarse estos trabajos, ya sea en kilómetros recorridos, en horas de servicio, en número de movimientos o, de preferencia, en tiempo calendario.

Descripción detallada del método manual que deberá seguirse para la correcta ejecución de los trabajos, de ser posible con una estimación del tiempo necesario.

Especificación técnica de los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos, haciendo una especial mención de las herramientas y/o equipos de fabricación especial.

- Manuales que definan los procedimientos de diagnóstico, detección y corrección de fallas y averías, además de las reparaciones (descripción de las fallas más probables, de sus efectos, de su detección, maniobras a efectuar, reparación propiamente dicha, en tres ejemplares).
- Manuales que incluyan instructivos de principios de funcionamiento, de operación y montaje de equipos y sistemas y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Catálogos de conjuntos, subconjuntos y partes hasta nivel de componente del total de los suministros, con los datos necesarios y suficientes para la adquisición, fabricación y montaje de cada pieza en el mercado nacional o internacional. Estos catálogos contendrán los números de referencia e información de los fabricantes originales y dibujos «explosionados» de los conjuntos y subconjuntos.
- Juego de planos detallados de circuitos eléctricos y electrónicos de módulos, equipos, sistemas y subsistemas, indicando la interconexión de todos los elementos. Se indicará asimismo los valores de corriente y tensión, formas de onda y denominación de componentes eléctricos y electrónicos.

- Un conjunto de copias maestras y documentos originales de muy buena calidad, de la siguiente información:
  Manual de programación
  Manual de comunicación de datos
  Guía para la corrección de problemas
  Descripción de circuitos
  Descripción del sistema
  Cartilla de prueba de operación del sistema (este documento podrá incorporar comentarios de la AATE que deberán ser considerados durante la aceptación definitiva del sistema)

Toda esta información deberá ser suministrada, de manera impresa y de manera digital en discos duros. Los planos deberán ser digitalizados en software CAD.

4.4. Generalidades Sobre La Documentación

El CONCESIONARIO deberá entregar toda la documentación y los planos en idioma castellano. Los planos serán entregados en tamaños normalizados según normas din.

También se entregarán en medio digital, en la última versión de autocad.

El texto y los cuadros se editarán en las últimas versiones de los programas Word y/o Excel de Microsoft.

Las unidades serán expresadas en el sistema métrico decimal.

Toda la documentación entregada por el Concesionario, hasta la puesta en servicio del sistema, será considerada como propiedad del CONCEDENTE, por lo que ésta podrá elaborar las copias que considere necesarias para su uso interno.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ProInversión
ASESORA LEGAL

JEFE DE PROYECTOS ESPECIALES
ProInversión

ANEXO 6 – APÉNDICE 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MATERIAL RODANTE REPOTENCIADO

1. Especificaciones técnicas del Material Rodante

1.1 Objeto del suministro

Suministro de Material Rodante repotenciado, que satisfaga las exigencias de estas Especificaciones Técnicas Básicas.

El Material Rodante repotenciado deberá estar en un nivel de mantenimiento tal, que permita dar servicio publico con toda seguridad, durante 30 años o 4.500.000 km, lo que ocurra primero, garantizando el cumplimiento de los Niveles de Servicio requeridos en el Contrato.

En su Estudio Definitivo, el CONCESIONARIO deberá proporcionar un cronograma detallado y sus gráficas de barra para el suministro del Material Rodante Adquirido, que incluya todas las etapas hasta la entrega del lote completo de trenes y demás suministros previstos en la presente especificación.

Todos los trenes suministrados en cumplimiento de esta especificación deberán ser prácticamente uniformes en las partes visibles al pasaje, cualquier cambio realizado en los sistemas o en algún equipo deberá ser preferentemente incorporado en la totalidad de los coches.

Se deberá garantizar la inter cambiabilidad de la mayoría de los equipos principales y auxiliares, así como de las partes de reemplazo entre los trenes motivo de esta especificación.

El CONCESIONARIO será el único responsable de que los trenes repotenciados respondan satisfactoriamente a las exigencias y requerimientos aquí establecidos. Asimismo, deberá vigilar que los trenes tengan los mínimos costos durante su ciclo de vida.

El CONCESIONARIO proporcionará el historial del mantenimiento realizado a los trenes propuestos.

El Material Rodante adquirido deberá ser sometido al nivel de mantenimiento de gran alcance más próximo superior antes de su entrega, para esto se deberá entregar registros de este trabajo y los resultados de las mediciones locales de los distintos elementos.

En el Estudio Definitivo el CONCESIONARIO propondrá, para la aprobación del CONCEDENTE, el diseño de logotipos y los colores con los cuales serán pintados los coches exteriormente.

El CONCESIONARIO contratará a su costo una auditoría de supervisión de la rehabilitación del Material Rodante Repotenciado informando del desarrollo de estas actividades al CONCEDENTE y Regulador.

1.2 Condiciones Generales de los Trenes

1.2.1 Condiciones Ambientales

La operación de los trenes de la Línea 1 se realizará al aire libre, al nivel del suelo o sobre viaducto, por lo que el material rodante se verá expuesto a las condiciones de una temperatura ambiente poco variable en el curso del año,

que puede oscilar entre los 10 a 36 °C con una precipitación pluvial anual promedio de 15 mm, concentrada en un período de tres meses, y una humedad relativa promedio del 90% y que alcanza al 100%. De manera particular debe considerarse que se trata de un medio ambiente marino, ya que la ciudad de Lima está ubicada frente al mar, y que, además, su atmósfera está expuesta a altos niveles de contaminación durante una parte significativa del año. Sin embargo el material rodante se debe diseñar para soportar un servicio -15°C a 45°C.

Se deberá garantizar la estanqueidad de todos los elementos que lo requieran (grado IP-55, donde sea posible, tomando como referencia las normas IEC o equivalentes), a excepción de los bogies que deberán cumplir con el grado IP-45.

También debe considerarse que los vehículos podrán estacionarse por largos períodos al aire libre sin protección específica.

1.2.2 Vía y Gálibo

El sistema de vía está acondicionado especialmente para permitir el rodamiento y el guiado de los coches por medio de ruedas metálicas. La vía está constituida por rieles y elementos similares a los de una vía férrea clásica, con una trocha estándar de 1.435 mm con tolerancias -2 /+3 mm.

Las condiciones límite del trazo de las vías son las siguientes:

- Rampas y pendientes de hasta 3,5%, pudiendo alcanzar a futuro un máximo de 5% en tramos, cuando la Línea se extienda hasta San Juan de Lurigancho.
- Curva continúa de 70 m. de radio, en patio taller de un desarrollo superior a la longitud de dos coches enlazados tangencialmente sin acoplamiento parabólico en los alineamientos que los rodean, comprendiendo éstos, por lo menos, la longitud de un coche. Las curvas son siempre seguidas por un tramo recto de por lo menos 7,5 m antes de la contra curva.
- El peralte en curva, medido sobre la vía férrea, puede alcanzar 140 mm, los enlaces en perfil se efectúan con una inclinación que no exceda del 0,6%. No siempre es posible realizar enlaces parabólicos correctos a las entradas y salidas de curva; por lo que es necesario considerar el caso límite de enlace directo "alineación – curva" para la determinación de los esfuerzos máximos a los que serán sometidos los coches.
- Los andenes de las estaciones tendrán una altura sobre el plano de rodadura de 1.050 ± 5 mm y estarán construidos normalmente en tramos de alineación recta y horizontal con una longitud mínima de 120m.

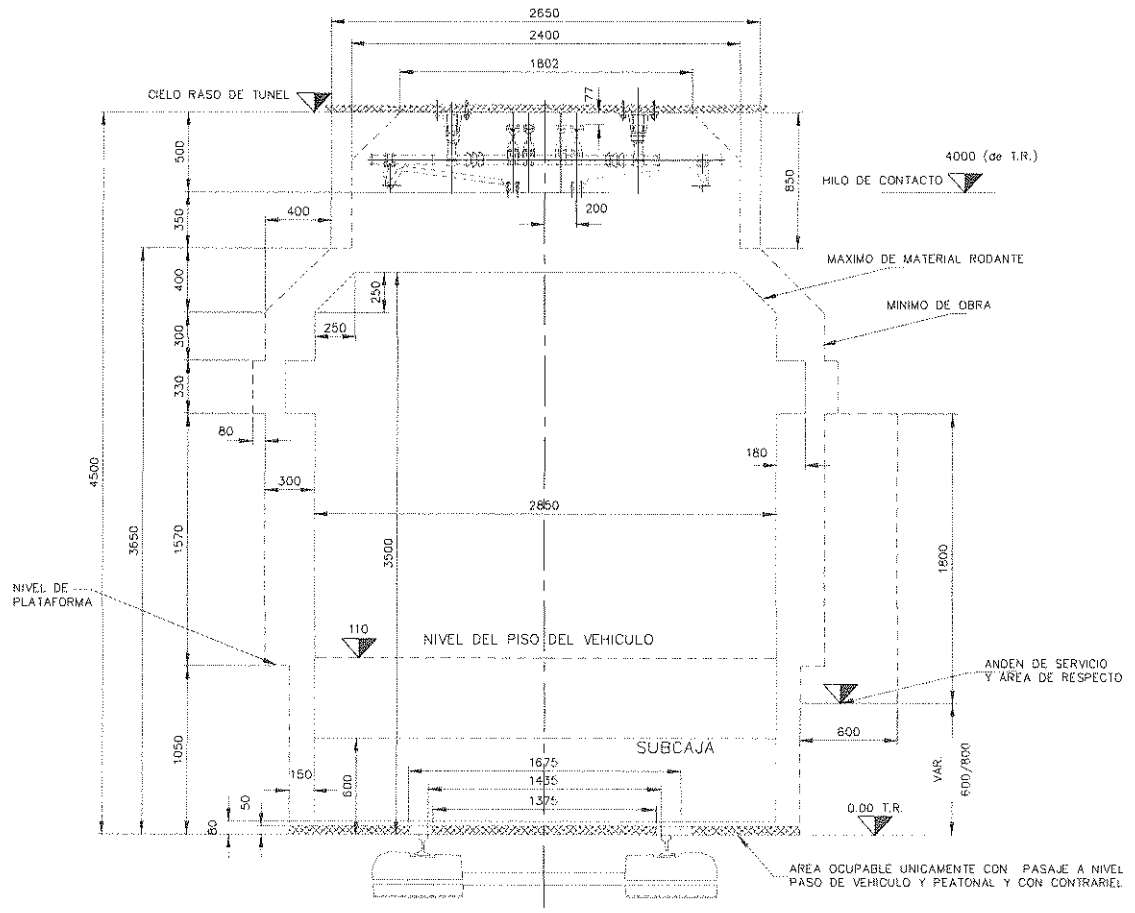
Se debe garantizar que el material rodante a ser suministrado se sujetará a las dimensiones mínimas de obra del tramo construido y que las obras civiles a ser construidas cumplirán con los gálibos máximos del material rodante.

Se deberá presentar todas las dimensiones del material rodante, además de los diseños de los gálibos estático y dinámico.

En los gráficos a seguir se muestran los gálibos dentro de los cuales deben quedar inscritas las cajas y los órganos instalados bajo el bastidor. Permiten igualmente determinar las dimensiones a respetar en las maniobras de

tramo recto y en curvas, de manera que se aseguren en todas las circunstancias condiciones satisfactorias de seguridad.
Las siguientes figuras son referenciales, el CONCESIONARIO deberá presentar en el Estudio Definitivo los gálibos que garanticen un funcionamiento seguro y adecuado del sistema, con el Material Rodante que proponga.

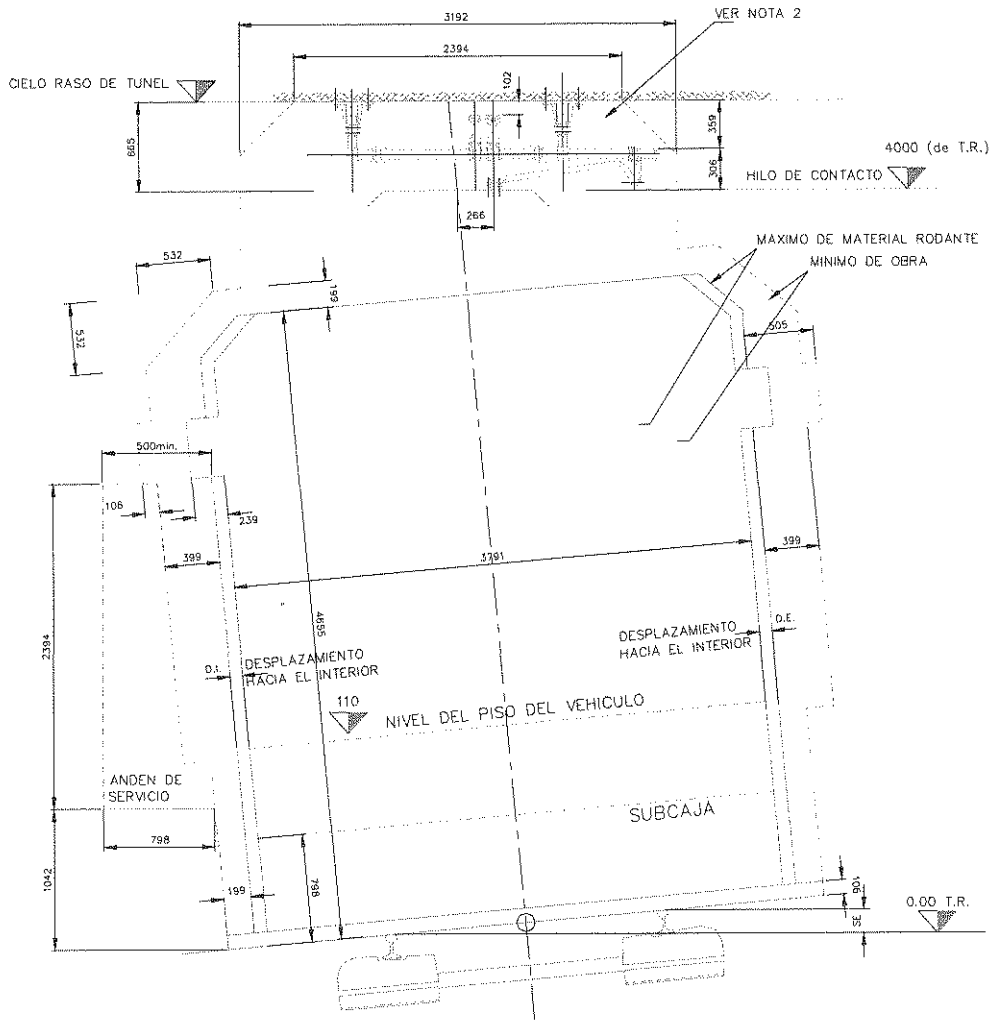
FIGURA 5. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN RECTA



AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
ASESORA LEGAL
ProInversión

JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ProInversión

FIGURA 6. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN CURVA



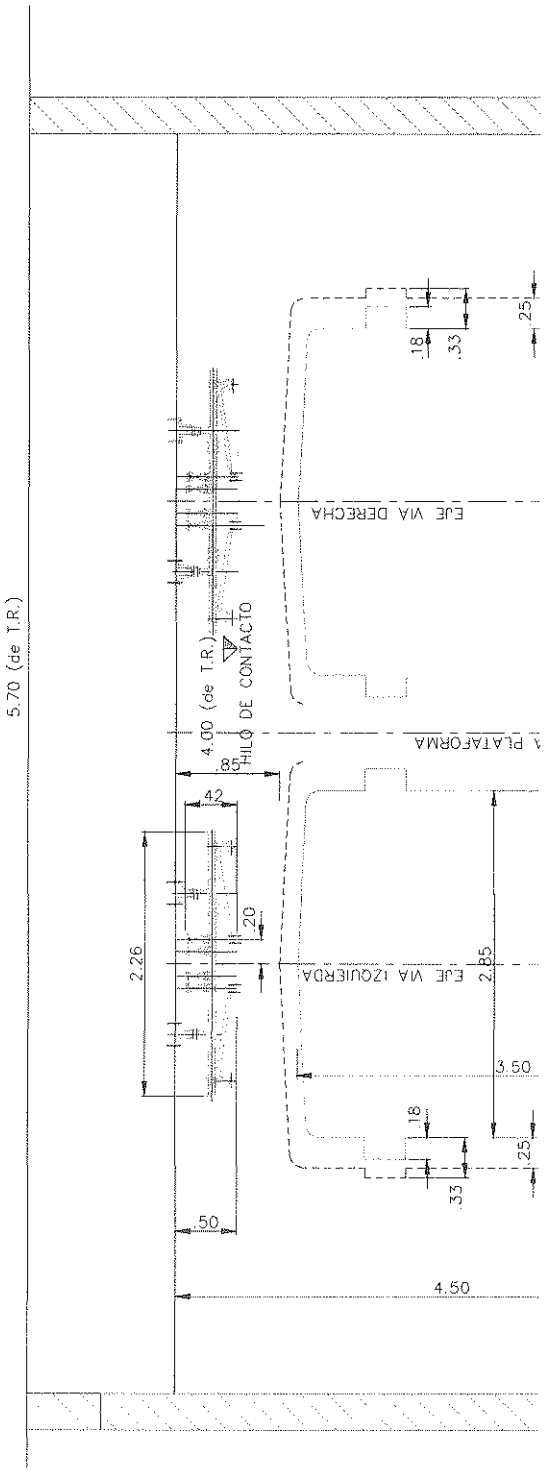
NOTA:

1.- S.E. VARIABLE, MAX. 16cm
2.- D.I. Y D.E. ESTAN EN FUNCION DEL RADIO DE CURVA Y LA DISTANCIA ENTRE EJES

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
ASESORA LEGAL
Proinversión

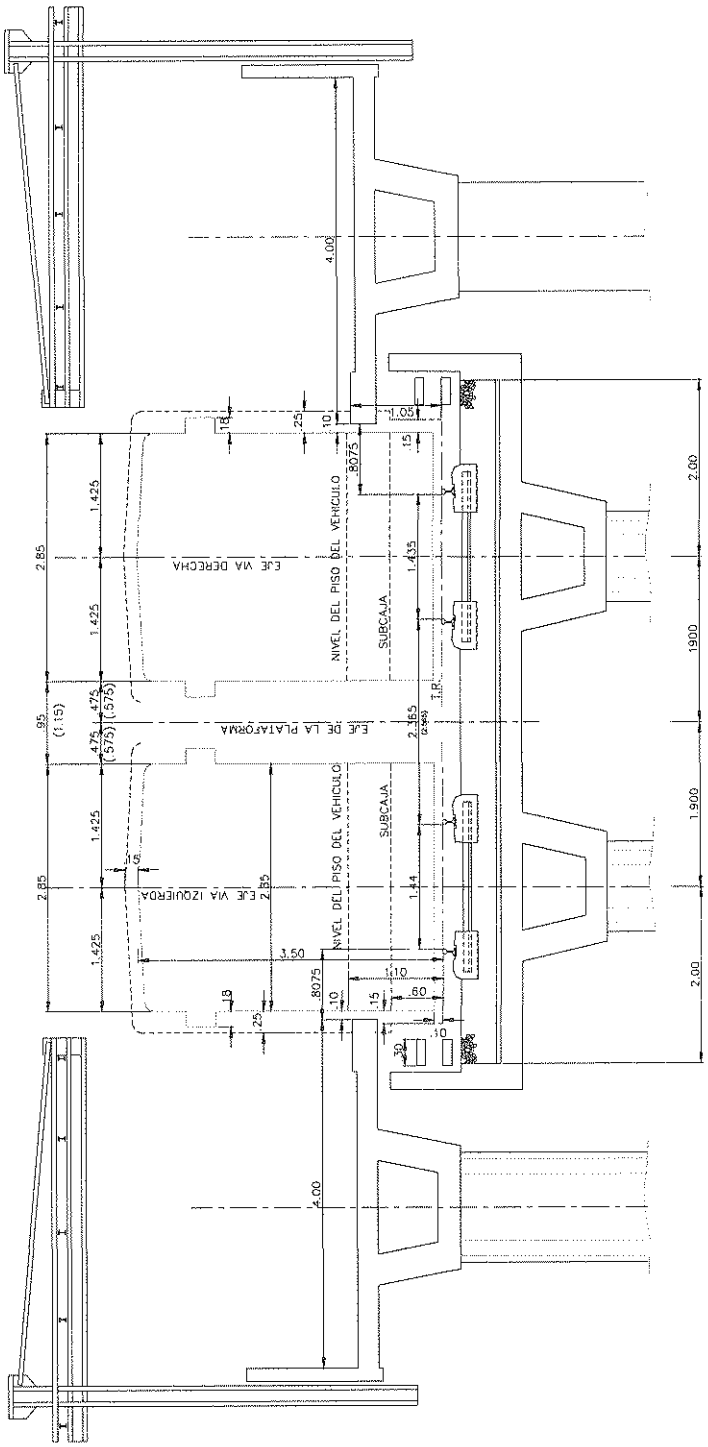
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
Proinversión

FIGURA 7. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN ESTACIÓN (EN SUPERFICIE)



AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ProInversión
ASESORA LEGAL
JEFE DE PROYECTOS PROINVERSIÓN

FIGURA 8. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN ESTACIÓN (EN VIADUCTO ELEVADO)



AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ProInversión
JOSELYN OLAECHEA F.
ASESORA LEGAL

JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ProInversión

1.2.3 Tensión de Alimentación

El suministro de la energía eléctrica para la tracción se efectúa a través de una línea de contacto elevada (vía catenaria). La tensión nominal de la corriente en línea es de 1.500 Vcc. Dependiendo de las condiciones de carga de la red, esta tensión puede elevarse a 1.800 Vcc, descender aproximadamente a 1.050 Vcc y pasar bruscamente de uno de estos valores al otro. Los trenes deberán funcionar perfectamente en este intervalo de tensión.

La tensión continua de tracción, 1.500 Vcc, es distribuida por los cables aéreos que operan como polo positivo, y es captada por una escobilla montada sobre el pantógrafo de los coches con motor. El polo negativo de retorno de corriente lo constituyen los rieles de la vía férrea.

1.2.4 Composición de los Trenes, Dimensiones, Peso y Capacidad

El Tren Unidad Eléctrica (TUE) será funcionalmente independiente, cada TUE, en adelante Tren, deberá tener cabina de conducción en los extremos, contará preferentemente con dos pantógrafos, equipamiento electromecánico de marcha, frenado y servicios auxiliares y deberá tener acopladores automáticos en ambos extremos.

El número de trenes a suministrar por el CONCESIONARIO será de **11 trenes como mínimo de 5 coches** para la operación del Tramo de Villa El Salvador hasta Avenida Grau. Para la operación extendida hasta San Juan de Lurigancho deberá suministrar **8 trenes** como mínimo **de 5 coches.** Esto supondrá una flota mínima de coches repotenciados suministrados por el CONCESIONARIO de **19 trenes como mínimo de 5 coches**.

Cada uno de los coches deberá tener una capacidad mínima de 200 pasajeros (entre sentados y de pie) a capacidad de carga máxima, calculada con una densidad de 6 pasajeros de pie por metro cuadrado.

La longitud máxima de un tren, (formado varias TUEs – Tren Unidad Eléctrica) no podrá ser superior a 110 m.

Todos los coches en su interior deberán tener un elevado grado de similitud para la confortabilidad de los pasajeros.

A continuación se muestran las principales dimensiones a considerar para los coches:

Ancho máximo de la caja de un coche:	2.850 mm.
Altura del piso del coche por encima de la superficie de rodamiento (rango permitido):	1.100 a 1.130 mm.
Altura mínima de la línea de contacto existente	3.940 mm.
Altura máxima de la línea de contacto existente	4.700 mm.
Radio mínimo de curva	70,00 m.

Nota: *Las alturas mínima y máxima de la línea de contacto existente se indican como referencia.*

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - Proinversión
ASESORA LEGAL

JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS - Proinversión

El CONCEDENTE realizará los trabajos necesarios para nivelar a 4.000 mm la altura mínima de la línea de contacto existente antes de la Puesta en Operación Comercial del Material Rodante Existente.
El CONCESIONARIO deberá garantizar el aislamiento de seguridad entre la línea de contacto y la parte más alta del techo de los coches, para lo cual podrá cumplir las distancias mínimas de seguridad establecida por la normativa vigente o aplicar otras soluciones técnicas debidamente sustentadas en su Estudio Definitivo. Debiendo ser esta solución, comprobada y certificada en otras líneas de metro.

En el Estudio Definitivo se indicarán los datos del peso de cada tipo de coche, y su "capacidad de carga máxima" (CCM) en las siguientes condiciones de 3/4 de la CCM, 4/4 de la CCM (carga nominal) y 4/3 de la CCM (sobrecarga excepcional), considerando un peso medio por pasajero de 70 kilogramos. Para tal efecto deberá considerar la CCM con una densidad de 8 pasajeros de pie / m^2.

El peso de los coches con sobrecarga excepcional no deberá ser superior a la carga máxima de 12,0 ± 3,0% toneladas por eje.

La instalación y la disposición de los asientos deberán optimizar la capacidad, la comodidad y el tiempo de entrada y salida de los usuarios. Para cumplir con este propósito, se deberá considerar una disposición lateral de los asientos.

1.2.5 Normas

Las normas que se aplicarán en ensayos de los trenes serán de carácter internacional.

1.2.6 Interferencias Electromagnéticas

Los trenes y sus equipos no deben ser perturbados por los campos electromagnéticos conducidos y radiados por los diversos sistemas de información, control o mando existentes en las instalaciones fijas, ni viceversa, así como por fuentes externas. Se exige el cumplimiento de las normas IEC 50, 801, CISPR 11 o presentar documentación de ausencia de perturbaciones en explotación prolongada.

1.3 Características de los Trenes

En esta sección se describen las condiciones, tanto nominales como excepcionales, bajo las cuales operarán y darán servicio los trenes.

1.3.1 Velocidad

En recta y a nivel, la velocidad máxima impuesta a los trenes será igual o superior a 80 km/h. En curva, la velocidad máxima será determinada de forma tal que, tomando en cuenta el peralte local, los coches circulando a esta velocidad sean sometidos a una fuerza centrífuga de aceleración máxima de 0,1 g (g = 9,81 m/s2).

1.3.2 Tracción y Frenado

Las exigencias dinámicas de tracción y frenado para un tren se especifican a continuación, en cumplimiento de las hipótesis de tensión nominal de alimentación, vía recta y horizontal, y rieles secos.

La aceleración máxima en tracción no será inferior de 1,0 m/s2, en cualquier condición de carga, y deberá existir la posibilidad de ajustes para la misma desde 0,6 m/s2 hasta 1,0 m/s2. El frenado eléctrico deberá producir una desaceleración máxima no menor de 1,0 m/s2, constante e independiente de la velocidad del tren.

El sistema de control permitirá una aceleración y desaceleración independiente de la carga.

El tren deberá estar en capacidad de recorrer vías con pendiente máxima de 5% en tramos.

El CONCESIONARIO deberá incluir en su Estudio Definitivo los cálculos y simulaciones que demuestren el cumplimiento de estos requerimientos.

Frenado Eléctrico

El frenado eléctrico deberá producir una desaceleración máxima no menor de 1,0 m/s2, constante e independiente de la velocidad del tren

Para los casos en que, por cualquier causa, el frenado eléctrico no sea capaz de suministrar la desaceleración requerida en uno o más coches, éste será sustituido o complementado por el frenado neumático en el coche afectado, sin que se presente un cambio en la desaceleración al momento de la sustitución.

Freno Reostático

El sistema deberá incluir frenado reostático, con una capacidad mínima del reóstato tal que permita frenar al tren, con una desaceleración de 0,32 m/s2 a partir de una velocidad de 75 km/h, con carga de 3/4 de la ccm.

El esfuerzo eléctrico de frenado debe ser prioritario sobre los esfuerzos reostático y mecánico (neumático). El esfuerzo de frenado eléctrico reostático, deberá ser prioritario al esfuerzo de frenado mecánico (neumático), en caso de que el frenado regenerativo no sea posible.

En cada una de las posiciones de frenado, el tren suministrará las desaceleraciones siguientes para los estados de carga que se indica:

- Para el grado de frenado de emergencia (FE): Será un valor fijo en el rango de 1,3 a 1,5 m/s^2 en plano horizontal, para cualquier condición de carga del tren. Su operación será exclusivamente neumática. La desaceleración ofrecida, en el rango de 1,3 a 1,5 m/s^2, deberá ser considerada desde el inicio de la aplicación del frenado hasta la parada del tren, para cualquier velocidad.
- Para el grado máximo de servicio (F6): Será un valor no menor de 1,1 m/s^2 en terreno plano para cualquier condición de carga del tren. Su operación será conjugada, es decir, eléctrica y neumática, o sólo neumática.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - Proinversión
ASESORA LEGAL
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS - Proinversión

- Para el grado mínimo de servicio (F1): Será un valor no menor de 0,20 m/s^2 en terreno plano para cualquier condición de carga del tren. Su operación será conjugada, es decir, eléctrica y neumática, o sólo neumática.

Para las posiciones intermedias, aquellas entre el frenado mínimo y el frenado máximo de servicio, aun cuando el control deberá ser siempre continuo, se requiere una variación de desaceleración que sea proporcional al desplazamiento del manipulador entre las dos posiciones mencionadas.

El freno de emergencia deberá ser activado para la posición de freno de emergencia del controlador maestro y/o por una llave independiente en la cabina. El frenado de emergencia se deberá activar siempre cuando haya desacoplamiento accidental de coches.

1.3.3 Consumo de Energía eléctrica

El consumo de energía de los trenes propuestos deberá contemplar la capacidad de suministro de energía eléctrica de las subestaciones rectificadoras existentes y por construir.

Defínase el índice de consumo específico de energía eléctrica como:

$$I = \frac{Energia\_electrica\_consumida\_por\_el\_tren\_en\_un\_trecho(enWh)}{Masa\_del\_tren(en\_toneladas)\_x\_longitud\_del\_trecho(Km)}$$

El índice deberá ser calculado de acuerdo con las siguientes premisas:
- Longitud del trecho igual a 1 km;
- Vía en línea recta y a nivel;
- Los coches del tren con carga de 6 pasajeros por m^2;
- Velocidad máxima en el trecho de 80 km/h;
- El tren necesariamente deberá alcanzar esta velocidad y mantenerla hasta iniciar el frenado de parada;
- Máxima aceleración de partida;
- Máxima desaceleración de frenado;
- No considerar la energía regenerada;
- No considerar la energía consumida en los sistemas auxiliares;
- Tensión de red en 1500 vcc;

Se deberá indicar el índice de consumo específico de los trenes repotenciados propuestos, el mismo que no podrá superar 85 Wh/Ton-Km, tomando en cuenta que en las simulaciones de consumo eléctrico elaborado por el consorcio Tralima, para el tramo "Villa El Salvador – Hosp. Dos de Mayo", con frecuencia de 210 segundos, el índice de consumo específico era de 70 Wh/Ton-Km

1.3.4 Freno de Estacionamiento

El freno de estacionamiento deberá de impedir, de manera absoluta, el desplazamiento del tren bajo el efecto de la fuerza de gravedad hasta de una rampa de 5% cuando esté detenido. Esta inmovilización debe estar asegurada en las condiciones más desfavorables que puedan presentarse, incluyendo un freno de estacionamiento fuera de servicio. El freno de estacionamiento deberá ser aplicado por esfuerzo de un muelle mecánico y desaplicado por aire comprimido.

1.3.5 Ciclos de Servicio

Las prestaciones del Servicio en la Línea 1 están definidas en el Contrato de Concesión. La velocidad media comercial de los trenes en la línea está calculada en 35,0 km/h. El kilometraje recorrido anual promedio debe definirse en el Estudio Definitivo.

En caso de existir un tren inmovilizado antes de llegar a una estación y no pueda reiniciar la marcha por sus propios medios, será desalojado y auxiliado por otro tren que, en vacío, se acoplará a él para retirarlo del servicio. Las exigencias de la tracción deben ser tales que el tren en vacío pueda empujar o jalar al tren auxiliado por la máxima rampa y con radio de curvatura mínimo.

En caso de aislamiento del freno eléctrico de un coche motor, las exigencias globales del frenado del tren se conservarán debido a la sustitución del frenado eléctrico por el frenado neumático del coche afectado.

1.3.6 Ruidos y Vibraciones

Los trenes repotenciados deberán estar preparados para reducir las vibraciones y el ruido con el fin de minimizar su efecto sobre los usuarios y el entorno.

Para tales efectos, el CONCESIONARIO deberá considerar lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado.

Nivel de Ruido en el Interior de los Vehículos:

En el interior de los vehículos, el nivel del ruido no excederá los 80 dBA en las condiciones de: Velocidad de 50 km/h, vía férrea de rieles continuamente soldados, todas las puertas y ventanas cerradas, medidas a 1.200 mm del piso y 250 mm de las paredes.

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.

1.3.7 Requisitos de calidad y confiabilidad

Las partes estructurales de los coches deberán tener una vida útil mínima de 30 años

Ciclos de mantenimiento

La inspección periódica o ciclo de mantenimiento preventivo deberá ser realizado preferentemente cada 10.000 km de operación.

El ciclo de revisión general deberá estar comprendido entre 500.000 y 600.000 km de operación. Todos los equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos deberán tener sus mantenimientos preventivos en intervalos iguales o múltiplos de la inspección periódica.

Se deberá suministrar con los trenes repotenciados un plan de Conservación donde se deberá contar los procedimientos de todas las actividades preventivas con sus respectivos intervalos de ejecución.

Índices de confiabilidad.

La confiabilidad, es la capacidad de un ítem de desempeñar funciones específicas, sobre condiciones determinadas, por un intervalo de tiempo o kilometraje determinado.
La confiabilidad será medida por el MKBF (Mean Kilometres Between Failure - kilometraje medido entre fallas)

MKBF= Kilometraje acumulado del Material Rodante / Numero de fallas

Una falla es el término de la capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, que afecte sustancialmente el servicio de un tren, es decir que cause su puesta fuera de servicio.

Las fallas secuenciales no serán consideradas como relevantes para la validación de la confiabilidad, ya que podrían causar un efecto "en cascada" (interdependientes)

Considerando como referencia un kilometraje medio anual de 150.000 km por tren, los valores preferentemente esperados de MKBF serán:

Sistema	MKBF (km)
Caja Cabina, consola, salón, bancos, cerraduras, paneles de revestimiento, piso, agarraderas, pasamanos, etc	240.000
Freno Comando, unidad operante, deslizamiento y patinamiento, freno de estacionamiento, sistema neumático, etc.	200.000
Iluminación y anunciadores Reactores, inversores, instrumentación de consola, indicadores de destino, etc.	90.000
Equipamiento Eléctrico Pantógrafos, disyuntores principales, inversores (onduladores IGBT), batería, rectificadores, etc.	120.000
Propulsión Comando, motores de tracción, inversores de marcha, contactores, etc	80.000
Puertas Comando, mecanismos, hojas de puertas, etc	120.000
Suministro de aire Compresores, desumidificadores, comando, etc.	240.000
Climatización Compresores, condensadores, evaporadores, etc	120.000
Difusión sonora Controles, fuentes, amplificadores, etc.	180.000
Acoplamientos Enganches, conexiones, cabos, tomadas, etc.	1.200.000
Bogies Estructura, suspensiones, ruedas, reductores, mecanismo de freno, etc.	600.000
Sistema de control del Tren	250.000

ASESORA LEGAL

JEFE DE PROYECTOS

"Data-Bus"	

En caso que los valores de confiabilidad especificados no sean alcanzados, el CONCESIONARIO deberá justificar técnicamente las razones de ello, en su Estudio Definitivo.

1.4. Bogies

1.4.1 Características Generales

Los bogies deberán cumplir con los requerimientos técnicos - funcionales siguientes:

- Los bogies deberán estar preparados para poder cumplir con las características indicadas el material rodante de esta especificación técnica
- El Bastidor deberá ser fabricado con piezas de acero soldado. Los cordones de soladura deberán ser rectos de curvatura muy progresiva, se evitará la unión de tres cordones, y cuando no sea posible se interrumpirá practicando un agujero rectificado en el vértice del triedro formado.
- Los bogies que se proponga deberán tener buenas características de marcha en todas las velocidades hasta la máxima, baja agresividad a la vía, esfuerzos reducidos de inscripción en curva, cadena de transmisión del esfuerzo semi-suspendida, reparto uniforme de peso entre las ruedas y alto aprovechamiento de la adherencia rueda - carril.
- El acoplamiento de los motores al eje podrá ser del tipo cardan paralelo y engranaje flexible tipo WN o del tipo acoplamiento dentado tipo homocinético.
- Los bogies deberán permitir el torneado de ruedas con un torno en fosa, para lo que dispondrán de los correspondientes amarres en las cajas de grasa (chumaceras).
- Con los trenes repotenciados deberán presentarse para sus bogies, la documentación y cálculos que a continuación se indican:
  Planos de conjunto y detalles de los bogies que se estimen convenientes para la mejor comprensión del bogie que se ofrece.
  Peso y características principales de los bogies.
  Cálculos dinámicos de estabilidad o Presentar documentación de estabilidad del vehículo a la velocidad máxima (no inferior de 80 km/h), con perfiles de rodadura nuevos y usados.
  Flexibilidad vertical y transversal de las suspensiones y frecuencia de resonancia.
  Cálculo o documentación de las prestaciones del freno de servicio y del freno de estacionamiento.
- Siempre que sea posible, el motor de tracción admitirá engrases a realizar desde la fosa, mediante el uso de engrasadores apropiados.
- Se informará de los tipos de aceite usados en todos los equipos, para su localización en el mercado.
- El bastidor, el travesaño y demás piezas del bogie deberán estar eficazmente protegidos contra la oxidación mediante un proceso de pintado adecuado.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ProInversión
JOSEFINA OLAECHEA F.
ASESORA LEGAL

GABRIEL GARCÍA-GODOS MAYER
JEFE DE PROYECTOS PROVIAS
ProInversión

- En los lados del bogie y sobre los largueros se colocarán las placas del fabricante así como la de identificación, en la que deberá figurar el anagrama del operador, año de fabricación y el número de serie.
- Las placas serán metálicas y estarán fijadas convenientemente de modo que se evite su pérdida o caída a la vía.
- Los bogies deberán tener especial resistencia al desgaste en elementos embocinados o roscados.
- Las cargas que se deberán tener en cuenta como hipótesis para el cálculo serán las estipuladas para las características de los trenes en estas especificaciones técnicas.

1.4.2 Bastidor del Bogie

Deberá ser de construcción completamente soldada. Las diversas secciones de los elementos que lo componen se diseñarán de modo tal que el bastidor resulte ligero y robusto al mismo tiempo.

Se entregara la documentación histórica de las fisuras en los bogies, donde se demuestre que no existe un problema epidémico de fisuras.

En el bastidor se incorporarán los soportes de los diferentes elementos del bogie, tales como motores, guiado de ejes, timonería de freno, cilindros de freno, etc.

El bastidor dispondrá de elementos de amarre, en los extremos de los largueros, para realizar el transporte del bogie en los talleres, por medio de tractor o cabrestante.

1.4.3 Eje Montado

Se considera eje montado al conjunto formado por un cuerpo de eje y sus dos ruedas caladas a presión sobre él. Las ruedas, así como los demás elementos que pueden ir calados a presión sobre el eje deberán estar provistos de los correspondientes orificios de decalaje por presión de aceite.

Cuerpo del Eje

De preferencia será recto, de acero forjado y laminado según Especificación UIC 811 o equivalente. El diseño del eje será tal que permita su inspección mediante ultrasonido durante el servicio sin que sea necesario su desmontaje del bogie. Con la documentación requerida se entregará el reflectograma estándar para este tipo de eje.

Los Rodamientos de Ejes

De preferencia los rodamientos acomodados en la caja serán de rodillos normalizados para ferrocarril del tipo rodamiento en paquete cerrado de 120 mm de diámetro.

Ruedas

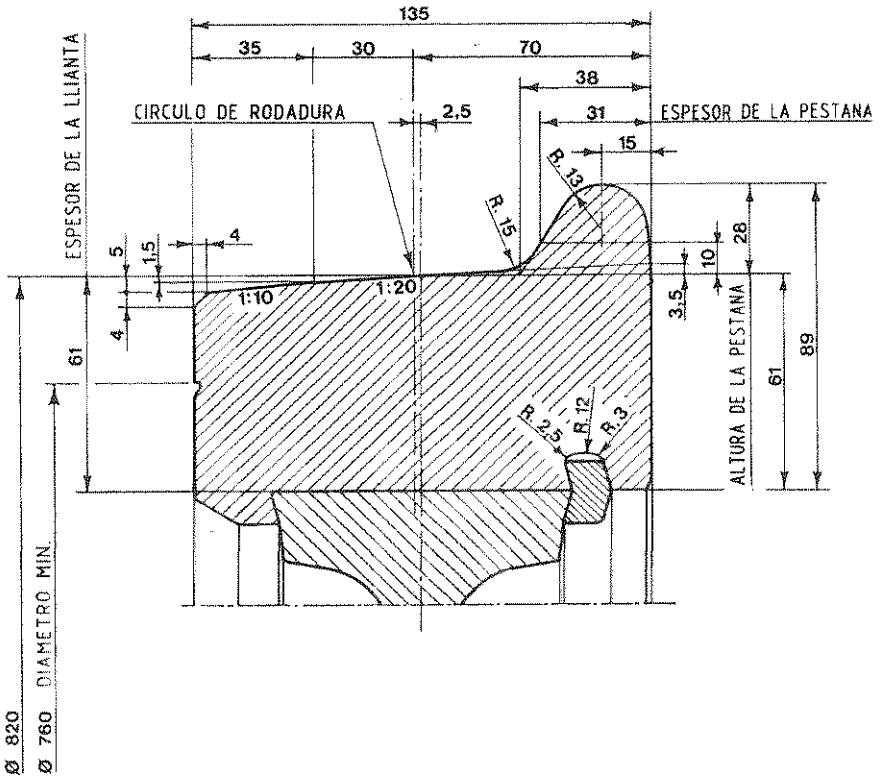
De preferencia las ruedas serán fabricadas de una pieza forjada, de acuerdo con la especificación UIC 812-128 o equivalente.

Se fijará como objetivo conseguir recorridos mínimos con los bandajes suministrados de 300.000 km.

Asimismo, se deberá entregar con la documentación del vehículo los diagramas reales de calado de ruedas.

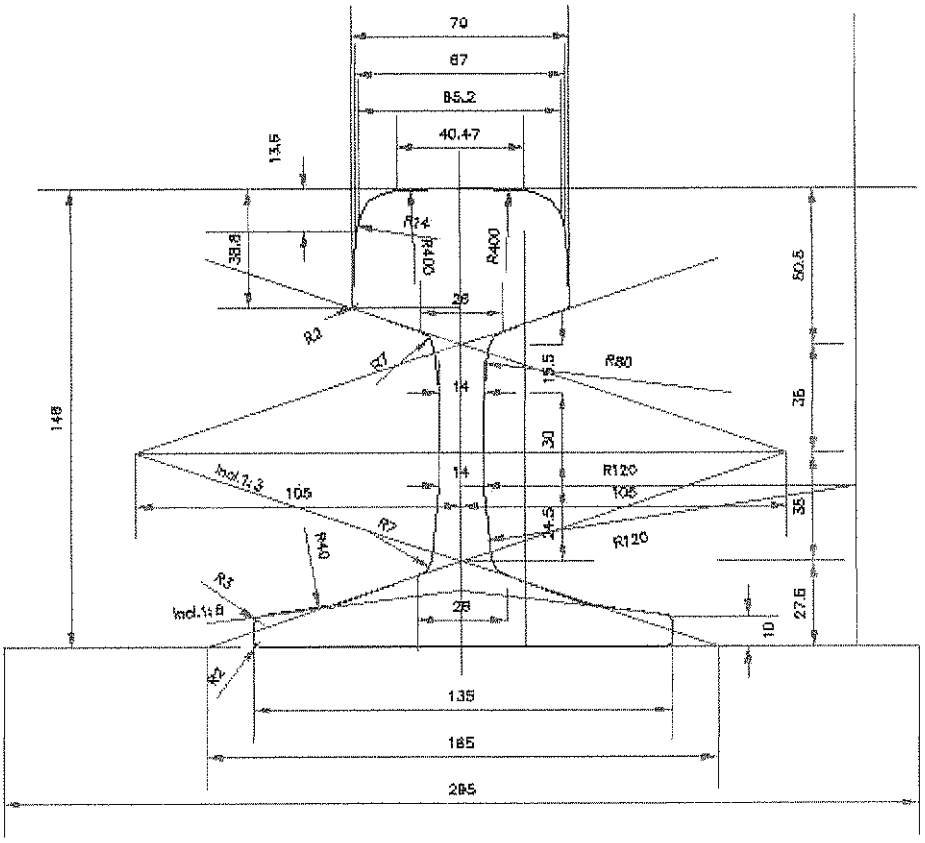
Las ruedas deberán tener al menos un 50% de vida útil disponible y tendrán un perfil muy cercano al recién torneado.

Se indicará, asimismo, la máxima diferencia de diámetro de rodadura admisible entre ruedas de un mismo eje, entre las de un bogie y entre distintos bogies, en función de las exigencias impuestas por el equipo de tracción en sus partes mecánica y eléctrica.
La superficie de rodadura de las ruedas, vista en sección transversal, debe tener una inclinación respecto a la horizontal de 1 en 20.



PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - Preinversión - ASESORA LEGAL

JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS - Proinversión



Los engrasadores de pestaña deberán ser instalados en los primeros ejes de los coches con cabina.

Los bogies dispondrán de dispositivos de retorno de corriente en los ejes mediante escobillas. La puesta a tierra deberá realizarse con cables de cobre de sección adecuada que conectarán la caja al bogie.

1.4.4 Cajas de Engrase (chumaceras)

Las cajas de engrase (chumaceras) serán acordes al tipo de suspensión y guiado de ejes de sus bogies. De preferencia irán equipadas con rodamientos normalizados de aplicación ferroviaria de modo que su montaje y desmontaje sea sencillo.

De preferencia los rodamientos de tipo ferroviario deberán ser lubricados mediante grasa. El CONCESIONARIO, de acuerdo con el fabricante de los rodamientos, indicará el tipo de grasa utilizado.

1.4.5 Enlaces Primarios

Reciben esta designación los elementos encargados de enlazar los ejes con el bastidor del bogie que realizan las funciones de guiado de ejes y suspensión primaria.

Guiado de Ejes

El guiado de ejes, dispositivo encargado de la transmisión de los esfuerzos de tracción, frenado y esfuerzos transversales, entre los ejes y el bastidor del bogie.

Cualquiera que sea el sistema deberá permitir los desplazamientos verticales debidos a la suspensión, así como los transversales y longitudinales necesarios para hacer compatible una adecuada estabilidad de marcha a velocidades de hasta 80 km/h y una óptima inscripción en curva.

Suspensión Primaria

La carga vertical que actúa sobre el bastidor del bogie se transmite a los ejes montados a través de la suspensión primaria. Ésta se basa en resortes helicoidales o amortiguadores caucho-acero o tipo "sándwich" en láminas de acero vulcanizado con goma. Deberá tener la suficiente flexibilidad para asegurar un reparto uniforme de cargas entre las ruedas de un bogie y, en consecuencia, un óptimo aprovechamiento de la adherencia existente. La suspensión tendrá la amortiguación necesaria que permita la circulación hasta la máxima velocidad sin producirse oscilaciones perjudiciales.

Los coches motores y remolques tendrán cada uno de ellos su suspensión específica.

1.4.6 Enlaces entre Caja y Bogie

Engloba esta designación una serie de elementos o funciones que incluyen: la unión y apoyo de la caja sobre el bogie; la suspensión secundaria y transversal; el sistema de transmisión de esfuerzos longitudinales y transversales; y el travesaño oscilante.

Unión y Apoyo de la Caja sobre el Bogie

De preferencia se efectuará mediante corona giratoria. Deberá prestarse especial atención al hecho de que el vehículo debe inscribirse en curvas de los radios que se señalan.

La corona deberá tener una vida mínima de 1.800.000 km. debiendo ser de un tipo probado en el campo ferroviario. Los intervalos de lubricación serán lo más extensos posible y, en ningún caso, inferiores a 600.000 km.

El bogie dispondrá de un sistema que permita el acceso a los puntos de engrase de la corona, desde uno o ambos costados, sin levantar la caja. El montaje y desmontaje de la caja sobre el bogie deberá efectuarse de forma simple. Se deberá prever un sistema que permita compensar alturas tras los retorneados de ruedas.

Se dispondrá de un sistema de topes de limitación de giro de modo que, permitiendo el libre giro del bogie para los radios mínimos que se indican en esta especificación técnica, impidan que el bogie pueda girar en un ángulo excesivo en caso de descarrilamiento.

Suspensión Secundaria

De preferencia la suspensión secundaria será neumática, a través de bolsas, y su frecuencia natural será tal que consiga una óptima comodidad para los viajeros.

La altura de la suspensión será constante e independiente de la carga, de modo que la altura del piso se mantenga constante; para ello dispondrá de la correspondiente válvula de corrección automática de altura para cada muelle de aire. La suspensión vertical dispondrá de amortiguación propia de manera que no sea necesaria la utilización de amortiguadores externos.

Las bolsas deberán ser alimentadas por un circuito neumático independiente del sistema de freno, a través de una válvula de nivelación.

Para el caso de falla de esta suspensión, se dispondrá de un sistema de suspensión de socorro tal que permita la circulación a una velocidad no inferior a 50 km/h, respetando las condiciones de seguridad de circulación.

De preferencia la suspensión transversal se conseguirá mediante los mismos resortes neumáticos y tendrá una frecuencia tal que se obtenga una condición de comodidad para los viajeros

La suspensión dispondrá de topes para limitar los desplazamientos de la caja a los permitidos por el gálibo. Las oscilaciones en este sentido deberán ser amortiguadas.

Transmisión de Esfuerzos Longitudinales y Transversales

La transmisión de los esfuerzos longitudinales y transversales del bogie a la caja o, en su caso, al travesaño oscilante, deberá realizarse por un sistema de bielas o pivote elástico de modo que presente el máximo desacoplamiento mecánico con el fin de evitar la transmisión de vibraciones u oscilaciones de bogie a caja. Las articulaciones de este dispositivo serán libres de mantenimiento.
El enlace transversal entre caja y bogie deberá permitir una marcha suave, sin golpes laterales en vía en estado medio de conservación.

Travesaño Oscilante

Este elemento estará constituido por una estructura enteramente soldada, la cual servirá de unión entre el coche y el bogie a través de la suspensión secundaria y del sistema de arrastre.

Se deberá adjuntar cálculo de la resistencia a la fatiga o documentación histórica que indique la no existencia de averías epidémicas.

1.4.7 Mecanismo de Transmisión de la Potencia de Tracción

Se engloban bajo esta designación los siguientes elementos: motor de tracción (montaje), acoplamiento y reductor.

Motor de Tracción

De preferencia el bogie será bimotor, con el montaje de sus motores enteramente suspendido. El sistema de unión de los motores con el bastidor será estudiado convenientemente para evitar la transmisión de vibraciones de éste al coche. El bogie dispondrá de los elementos necesarios de seguridad para que, en caso de rotura de los amarres, se impida que el motor caiga a la vía.

La disposición de los motores en el bogie será tal que permita realizar fácilmente las operaciones de mantenimiento con todos los elementos del bogie montados, con acceso desde la fosa de inspección y desde arriba. El montaje y desmontaje de los motores se efectuará por abajo y preferiblemente sin necesidad de sacar el bogie del vehículo.

Las entradas de aire para la refrigeración de los motores dispondrán de filtros, y deberán ser accesibles desde el exterior del coche o desde la fosa para permitir un fácil acceso en el proceso de limpieza.

Acoplamiento

Este elemento está situado en la cadena cinemática entre motor y reductor. Deberá ser de dimensiones tales que permitan la transmisión de la potencia de tracción y capaz de absorber los desplazamientos relativos entre sus ejes de entrada y salida, permitiendo el libre desplazamiento de los ejes del bogie para adaptarse a las irregularidades de la vía, sin limitar el recorrido máximo necesario de las suspensiones primarias.

Será un sistema con base de flecha de cardán u otro que no transmita vibraciones y de bajo mantenimiento, las articulaciones serán mediante elementos elásticos. El sistema deberá estar equilibrado dinámicamente y ser homocinético.

De preferencia los períodos de lubricación y de revisión, así como las operaciones de mantenimiento que fuesen necesarias, deberían realizarse como mínimo, la relubricación cada 200.000 km. y la revisión cada 600.000 km. Se deberá informar, para su utilización en el acoplamiento, del tipo de lubricante utilizado. La vida de los acoplamientos debería ser superior a los 1.200.000 km.

Reductor

Este conjunto está dispuesto en el enlace cinemático, entre motor y eje de ruedas. El reductor será robusto y de funcionamiento silencioso debiendo estar previsto para una vida superior a los 2.000.000 km. Los rodamientos estarán calculados para una vida media superior a 1.200.000 km.

En la documentación del reductor se indicará la relación de transmisión del reductor. Asimismo, se indicará el tipo de dentado previsto, material de los engranes, tratamiento térmico de los mismos, exigencias de calidad, controles a los que se someterán, etc.

En caso de que los engranes estén calados en su eje, deberán disponer de los correspondientes orificios para su decalado por inyección de aceite.

El cárter del reductor será robusto, para evitar deformaciones en servicio, y estanco, evitando salidas de aceite. Dispondrá de los elementos de estanqueidad necesarios para impedir la salida de aceite, los que no deberán incorporar elementos de roce como retenes, etc.

La lubricación será mediante aceite, debiendo disponer el reductor de un sistema simple y fiable para la vigilancia de su nivel. Asimismo, dispondrá de un sistema para vaciado del cárter para el cambio de aceite que permita que éste se efectúe fácilmente. Se informará del tipo de aceite utilizado.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - Proinversión
JOSE JOHN OLAECHEA F.
ASESORA LEGAL

CHRISTY GARCÍA-GODOS MAVILIA
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
Proinversión

En la documentación del reductor se indicarán los períodos de revisión y de cambio de aceite, así como las principales operaciones de mantenimiento que se requiera. De preferencia los cambios de aceite no se efectuarán antes de los 120.000 km. ni las revisiones antes de los 600.000 km.

1.4.8 Equipo de Freno del Bogie

De preferencia el equipo de freno del bogie será de disco. Los discos podrán estar montados en las ruedas o calados en el eje. Los intervalos de revisión y engrase que deberán tener los cilindros de freno no serán inferiores a los 500.000 km. El sistema de freno deberá cumplir las prestaciones que se indican en el apartado sobre características de los trenes.

Los discos de Freno

Los discos de freno podrán ser de fundición gris. Dispondrán de marcas que señalen los límites de utilización de los mismos. La vida media de los discos, en condiciones normales de funcionamiento, será como mínimo de 2.000.000 km.

Los discos serán autoventilados de forma tal que puedan soportar sin deterioro ni deformaciones el frenado del tren con sobrecarga excepcional (4/3 de ccm) y desde la máxima velocidad permitida en la línea. La capacidad de disipación del sistema de discos de freno será tal que, en caso de avería del freno eléctrico de servicio de un coche, se pueda sustituir dicho freno sin limitaciones en el servicio, hasta el primer final de línea.

Las Pastillas de freno

Las pastillas de freno serán sintéticas y de bajo coeficiente de fricción, no aceptándose amianto en su composición, duración media 100.000 Km deberán cumplir la norma UIC 541-3 OR. El sistema o mecanismo de accionamiento de las pastillas de freno deberá ser tal que permita una presión uniforme de la pastilla sobre el disco, independientemente del desgaste de la pastilla y el disco. Para dicho fin se podrá emplear sistemas con timonería y regulador en el cilindro de freno u otros debidamente comprobados en aplicaciones similares de Metro.

1.4.9 Freno de Estacionamiento

Los bogies estarán provistos de un freno de estacionamiento del tipo conocido como de muelle acumulador. Su actuación se efectúa eliminando el aire comprimido de la cámara de estacionamiento que mantiene retenido al muelle, con lo que éste se libera entrando en acción.

Este sistema estará incorporado en algunos de los cilindros de freno. Su número será tal que se cumplan las prestaciones exigidas en el apartado "características de los trenes".

Este sistema estará incorporado en algunos de los cilindros de freno. La aplicación de este tipo de freno será controlada por el conductor, para lo que se dispondrá del sistema de regulación correspondiente. El sistema dispondrá, asimismo, de un control manual para su anulación en caso de manipulación de los vehículos en depósito, mantenimiento o avería en vía. Este dispositivo deberá ser de fácil acceso desde uno de los costados del coche y preferentemente desde los andenes de estaciones.

1.4.10 Equipos auxiliares del bogie

En este grupo se incluye una serie de equipos que, si bien no son específicos de los bogies, se montan también en ellos. Comprende equipo neumático, equipo eléctrico, equipo antideslizamiento, equipo de engrase de pestaña, equipo velocímetro - tacógrafo, equipo de arenado (opcional), quitapiedras, guardafangos (opcional), y captador de repetición de las señales (ATP).

Equipo Neumático

Comprende la instalación neumática en el bogie, incluido el sistema de medición de peso.

Las mangueras de unión deberán tener la sección adecuada y se respetará los radios mínimos de curvado, así como una correcta disposición de los mismos, teniendo en cuenta el movimiento relativo de sus extremos. La calidad del material será resistente a los agentes externos que habitualmente se encuentran en las explotaciones ferroviarias, como pueden ser: aceites, álcalis diluidos de limpieza y agentes atmosféricos como agua y radiación solar. La vida de las mangueras será, como mínimo, de 600.000 km.

La señal de medición de peso, necesaria para el control de la tracción y del freno en función de la carga, será la propia presión que existe en el interior de los fuelles de la suspensión neumática.

En lo posible y siempre que no haya afectaciones funcionales, se unificará el tipo de manguera de las uniones neumáticas que pudieran existir entre la caja y el bogie.

Equipo Eléctrico

En este grupo se incluyen la disposición de retornos de corriente y el cableado.

Los bogies dispondrán, entre los componentes móviles, de los shunts necesarios para derivar las corrientes de la tracción y de los circuitos auxiliares de at (alta tensión) hacia el riel.

El paso de estas corrientes entre la caja de grasa (chumacera) y el eje montado se efectuará a través de los dispositivos de escobillas para retorno de corriente. El número de estos dispositivos será definido en función de las necesidades del equipo eléctrico y su disposición en el vehículo estará de acuerdo con las especificaciones VDE 115 y DIN 57115 o similares.

Este sistema deberá ser tal que la inoperancia de una de las escobillas no produzca daños en las demás y mantenga las condiciones de seguridad.

En ningún caso podrá haber diferencia de potencial eléctrico en los rodamientos de los bogies.

El cableado de los circuitos auxiliares del bogie se hará bajo tubo metálico.

ASESORA LEGAL - Proinversión

JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS - Proinversión

Se exceptúan aquellas señales que, por sus particulares características, requieran un tratamiento diferente, como, por ejemplo, la conexión directa caja-bogie.

Los conectores serán estancos y previstos para trabajar a la intemperie.

Equipo Antideslizamiento y Antipatinaje

Los generadores de frecuencia que se precisen para los equipos indicados serán los mismos que utiliza el equipo eléctrico para su control o bien otros específicos para esta función. Podrán estar incorporados en el propio motor de tracción o bien adosados a las cajas de grasa (chumaceras) mediante adaptadores adecuados.

Deberá prestarse atención a la conexión de los generadores con el eje de ruedas para evitar que se transmitan a aquéllos, esfuerzos provenientes de los ejes u oscilaciones parásitas.

El número de generadores utilizados y su ubicación deberá quedar especificado en el Estudio Definitivo.

El sistema antideslizamiento-antipatinaje instalado en los trenes deberá garantizar prestaciones elevadas, incluso en freno de emergencia

Equipo de Engrase de Pestaña

El primer eje del bogie bajo cabina de los vehículos extremos incorporará un dispositivo eficaz de engrase de pestaña de una firma de reconocido prestigio, la actuación del sistema será neumática.

La posición de los pulverizadores deberá ser regulable para poder ir variando la misma conforme vayan desgastándose las ruedas.

Generadores en Cajas de Engrase (chumaceras)

Se dispondrá en las cajas de engrase (chumaceras) los generadores necesarios para los equipos que precisen señales de velocidad o espacio recorrido. Será preferible la integración de señales para reducir el número de generadores requeridos.

Equipo de Arenado

De preferencia se deberá de contar con un sistema de antipatinaje – antibloqueo instalado en los trenes que garantice prestaciones elevadas, incluso en freno de emergencia, de manera que no sea necesario el uso de areneros.

En caso de presentar una propuesta con equipos de arenado, se cumplirá lo siguiente:

Los bogies motores dispondrán, en un eje y por la parte exterior del bogie, de un dispositivo de arenado al riel. Éste actuará combinado con la posición del inversor de marcha.

La actuación del sistema será neumática, para lo que se dispondrá del correspondiente eyector de arena, junto con una tolva o caja de

almacenado. Ésta deberá disponer de una tapa que permita su fácil apertura para el llenado y que procure, una vez cerrada, una buena estanqueidad. Su capacidad será, como mínimo, de 20 litros por caja de arena.

Quita piedras

De preferencia, delante de las ruedas extremas del tren se dispondrán quitapiedras cuya misión será eliminar de la vía las piedras u objetos que pudiera haber sobre ella. Serán regulables en altura para compensar el desgaste de las ruedas. Estos elementos, a su vez, deberán proteger los captadores de repetición de las señales (ATP).

Captador de Repetición de las Señales (ATP)

En los extremos de los bogies correspondientes, y fijados a ellos en soportes adecuados, se instalará el captador de repetición de las señales (ATP). Dichas antenas estarán convenientemente protegidas para evitar que se produzcan desperfectos por impactos con piedras u otros objetos sobre la vía.

La distancia de captación con total seguridad abarcará las variaciones propias del desgaste de ruedas, suspensión, etc., por lo que no será preciso efectuar ajustes de las antenas.

El tren suministrado deberá disponer de soportes adecuadamente robustos para albergar a los soportes de antenas del ATP.

1.5 Cajas

Las cajas para las condiciones de servicio establecidas en la presente especificación, deberán alcanzar un período mínimo de 30 años de vida útil, durante el cual ningún elemento de la estructura presentará deformación permanente, fisuras, ni corrosión del material con una elevada resistencia al rayado y a la intemperie.

La disposición de los equipos instalados en las cajas será estudiada para que las cargas sobre los bogies sean sensiblemente iguales, tomando en cuenta las diversas condiciones de carga y circulación. Se procurará que el salón de pasajeros sea un espacio continuo con las menores interrupciones posibles a la circulación del usuario, máxima capacidad y ausencia de recodos y de aristas vivas.

Los materiales que conforman la caja 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 la norma NF F16-101 o equivalente.

Las cajas deberán contar con los elementos necesarios de apoyo o amarre para las maniobras de mantenimiento o encarrilamiento. Los puntos donde se ubiquen estos elementos evitaran deformaciones permanentes o esfuerzos excesivos bajo cualquier condición de levantamiento.

1.5.1 Tipos de Cajas

Las cajas podrán ser de tipos distintos, en función a los tipos de coches que se suministren (coche con y sin cabina de conducción, coche con y sin motores o

la combinación de ellos). Estas cajas presentarán la misma concepción y no diferirán más que en las dimensiones, en la disposición de equipos bajo bastidor, en los bogies y en la ubicación de la cabina de conducción.

1.5.2 Estructura de la Caja

La estructura de la caja deberá asegurar que, en ningún momento, sufra deformación permanente bajo el efecto de cargas excepcionales simples o combinadas y que no se produzca ruptura por fatiga bajo el efecto de las cargas de servicio.

Además, la caja no deberá sufrir daños (deformaciones permanentes) ante colisiones que se produzcan en la explotación normal contra otros vehículos o topes de fin de vía, ni por el levantamiento adecuado de la misma después de un descarrilamiento. Además, la flexión tomada por la caja bajo el efecto de las cargas a las que está sometida en ningún caso deberá afectar el funcionamiento de las puertas.

Se podrán presentar propuestas de trenes repotenciados con cajas de materiales en acero al Cu, en acero inoxidable, aleaciones ligeras de aluminio con perfiles extruídos o una combinación de aluminio y acero en las partes donde se necesite mayores resistencias.

La caja deberá tener la capacidad de absorber la energía de colisión por deformación en las extremidades y ser reforzada en las zonas mas solicitadas del bastidor, tales como traviesas, con objeto de resistir los esfuerzos correspondientes a la unión caja - bogie, y en los cabeceros para resistir los esfuerzos aplicados por enganches y de preferencia con elementos anticlimbers de modo que proporcione la mayor protección al personal de conducción y a los pasajeros en caso de accidente, especialmente en caso de colisión frontal violenta.

Se deberá indicar en el Estudio Definitivo el tipo de material empleado, sus características físicas y químicas, los procesos de fabricación de la caja, el tipo de protección de los materiales contra la corrosión, especificaciones y procedimientos de pintado, y las normas empleadas.

Resistencia

Para las cargas definidas a continuación, se deberá presentar preferentemente una memoria de cálculo de resistencia de los materiales y serán preferentemente entregados los cálculos detallados, los planos de las estructuras de las cajas propuestas para cada tipo de vehículo.

Definición de las Cargas

Las cargas que se deberá tener en cuenta como hipótesis para el cálculo serán las estipuladas en el punto de las características generales del tren.
La estructura de la caja cumplirá con todos los requisitos estructurales, de cargas de diseño y de tensiones admisibles y factores de seguridad, "Requisitos de dimensionamiento de las estructuras de los vehículos ferroviarios" que corresponden a los vehículos de la categoría P-III.

Carga vertical estática:

- Carga nominal = peso de la caja + peso de los pasajeros (70 kg/p x total de pasajeros a 6 pas/m2), distribuido sobre el piso.

- Las tensiones no deben sobrepasar 50% de la resistencia de los materiales.

Carga horizontal: Estática:
- Una compresión de 80 toneladas deberá ser aplicada en los acopladores conjuntamente con la carga vertical de carga nominal.
- Las tensiones medidas no deberán exceder la resistencia de los materiales.

Levantamiento

Las cajas dispondrán de puntos de levante tanto en los talleres como para un eventual encarrilamiento.

Para el levantamiento, la caja en vacío completa será levantada por sus dos extremos por medio de los soportes de levantamiento (2 soportes en cada extremo) previstos para este efecto. Los bogies estarán separados de la caja al efectuar esta manipulación.

Para el izado, se levantará la caja completa en vacío; descansando en el extremo del bogie opuesto. El bogie del lado izado deberá permanecer unido a la caja por el dispositivo previsto para este efecto. Tendrá dos soportes para cada extremo para este efecto.

En total, deberá haber 8 soportes (4 para el levantamiento y 4 para el izado).

Los diferentes órganos que aseguran las uniones entre caja y bogie, preferentemente deberán resistir los esfuerzos horizontales inducidos por las aceleraciones siguientes:

Arrastre transversal: □t = 3 m/s2
Ft = masa caja x □t
Arrastre horizontal: □t = 3 m/s2
Fl = masa caja x □t
Esfuerzo por colisión longitudinal: □L = 3 g

Carga Dinámica

La estructura de la caja debe soportar la fatiga por un mínimo de 30 años.

1.5.3 Acopladores (enganches)

Los acopladores (enganches), por ser un equipo de seguridad, deberán 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 y tensión de por lo menos 80.000 daN (800kN).

Además, contarán con los dispositivos necesarios para impedir que se produzcan desacoplamientos intempestivos de las unidades bajo cualquier condición de circulación y carga. Asimismo, deberán soportar sin deterioro alguno las condiciones que se presentan durante la operación normal de los trenes.

Las labores de mantenimiento para los enganches deberán ser simples y el período para mantenimiento mayor no será inferior a 500.000 km.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - ASESORA LEGAL - Proinversión
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS - Proinversión

Habrá dos tipos de acopladores: de tipo automático, para la parte delantera de los vehículos con cabina de conducción, y de tipo semi permanente para los vehículos intermedios.

El CONCESIONARIO será responsable que los trenes a suministrar se puedan acoplar mecánica con los trenes y con la locomotora de maniobras existentes, a través de acopladores ubicados en los coches con cabina, con el propósito de efectuar maniobras de socorro.

Acopladores Automáticos

El acoplamiento automático se efectuará únicamente entre dos trenes del mismo tipo y proveedor. Un acoplamiento mecánico, como mínimo, se efectuará entre dos trenes de distinto tipo y proveedor.

El acoplador deberá ser compatible con los propuestos por el Consorcio "Tren Eléctrico Lima" para la modernización de los trenes actuales, permitiendo el acoplamiento del tren sumistrado con los actualmente existentes, como mínimo mecánica en operación de "PUSH" o "PULL".

El acoplador propuesto es de marca Scharfenberg tipo 10, con capacidad de 850 KN.

El acoplamiento se efectuará con un tren detenido y el otro a una velocidad inferior a 5 km/h Para desacoplar se accionará desde la cabina de conducción o manualmente por una manija en el acoplador. Las maniobras anteriores podrán realizarse en las condiciones del trazo de vías definidas en esta especificación, aun cuando los enganches tengan un desnivel de ± 60 mm.

Como alternativa, también se aceptarán acopladores semi-automáticos, con conexiones automáticas mecánica y neumática. Las conexiones eléctricas, de ser necesarias, se podrían realizar por medio de mangueras.

Acopladores Semi permanentes

El acoplamiento se efectuará mediante enganches que unirán mecánica, neumática y eléctricamente (circuito de seguridad) a los coches y se efectuará en las condiciones descritas a continuación.
El acoplamiento se realizará con los coches detenidos y admitirá un desnivel entre enganches hasta de ± 150 mm.

El acoplamiento mecánico se diseñará como una unión bridada de dos semi acoplamientos, que incluya la unión mecánica, la conexión neumática y los contactos eléctricos mediante mangas de conexión, las cuales deberán ofrecer total seguridad para el Servicio y también facilidad para su conexión y desconexión en los talleres de mantenimiento.

Los contactos eléctricos estarán conectados al coche por hilos separados y blindados, con una fijación que evite falsos contactos en el mando del freno de seguridad.

Existirá en un lugar accesible una llave de cierre manual para aislar neumáticamente los coches.

1.5.4 Puertas

Los vehículos podrán tener tres tipos de puertas: las de acceso al salón de pasajeros, las del exterior hacia la cabina de conducción y la de acceso de la cabina al salón.

Las puertas de acceso al salón de pasajeros se describen en el capítulo sobre el salón de pasajeros.

Puertas de la Cabina

De preferencia, el acceso a la cabina guía desde el exterior se hará por medio de puertas laterales; provistas de ventanas con lunas corredizas, cerradura para llave de servicio y manija externa e interna.

Puertas de Intercomunicación entre Salon y Cabina

Los coches con cabina dispondrán de una puerta de intercomunicación con la zona de pasajeros, cuyo movimiento no interfiera con el asiento del conductor, de acuerdo a la norma uic 617-5.

Las cerraduras de las puertas de cabina deberán ser de un diseño robusto, ampliamente probado en el campo ferroviario y su apertura y cierre será por medio de una llave de servicio que manejará el conductor del tren. El aspecto de las puertas estará en armonía con la decoración interior del tren.

1.5.5 Pintura

Los elementos de la estructura del coche deberán protegerse contra la corrosión por medio de pintura de características y espesor adecuados, previa preparación de las superficies por medios mecánicos o químicos para asegurar la correcta adherencia de los materiales.

La pintura exterior será de poliuretano de uso normal en los ferrocarriles y duración mínima de 10 años.

Todo el bajo bastidor y los equipos en él montados se protegerán con pinturas y productos que preserven de las agresiones de proyecciones de aguas calizas o de otros agentes.

En caso de ofertar una estructura de caja en acero, todos los elementos metálicos deberán ser decapados, granallados y protegidos con pintura anticorrosiva epóxica, según prescripciones señaladas en la norma uic 842 o equivalente.

Si la estructura de la caja es en aluminio, se seguirá:

- Superficie exterior: Preparación superficie por medio mecánico (granallado) y protección con imprimación epoxi.
- Superficie interior: Preparación superficie por medio mecánico y desengrasado sólo en zonas deterioradas. Según el tipo de recubrimiento de piso (si va pegado directamente al aluminio) se recomienda granallar e imprimar dicha zona.

El interior y exterior de los coches deberá protegerse con pintura antigraffiti y mantener sus propiedades durante 5 años.

1.5.6 Faros y Señalización Exterior Luminosa

De preferencia, sobre los costados de los coches existirán lámparas de señalización de puertas abiertas y lámparas de "señal de alarma" accionada. De ser así, estas señales deberán fabricarse con tecnología de diodos emisores de luz de alta intensidad, visibles desde la cabina de conducción inclusive de día, tipo cartero doble. El cuerpo del cartero doble deberá cumplir con el grado de estanqueidad de la norma IP 65.

La indicación de "no cierre" de las puertas, o la localización del accionamiento de la "señal de alarma", será indicada tanto localmente como en la cabina de conducción.

Como alternativa, se podrá obviar las lámparas de señalización exterior descritas anteriormente, sólo si el conductor cuenta en su pupitre de conducción con la información centralizada, que permita determinar el coche y el lado del mismo donde se activó la señal de alarma o se abrió una puerta.

La alimentación de los equipos de señalización será proporcionada por la baja tensión de corriente directa.

1.5.7 Toma de Corriente con Pantógrafo

La toma de corriente, deberá ser mediante pantógrafo. Su levantamiento se realizará con aire comprimido de la red general, o a través de una motocompresora auxiliar alimentada en bt (baja tensión), cuando no exista presión suficiente en la red de aire comprimido de los coches.

El mantenimiento en la posición de trabajo se efectuará preferentemente a través de resortes adecuados, el aire comprimido servirá sólo para anular la acción de los resortes, y no tendrá ningún efecto sobre la presión ejercida por el arco sobre el cable de contacto, mientras el pantógrafo esté en servicio. Por consiguiente, el arco podrá seguir los desniveles de la catenaria por efecto de los resortes.

Las características y prestaciones del pantógrafo deberán ser las siguientes:

Tensión nominal.	1.500 V
Empuje en la elevación comprendida entre 1.000 y 1.150 mm.	8 a 10 kg.
Presión mínima, en el cilindro neumático para el funcionamiento del pantógrafo.	4,5 bares
Dimensiones máximas en el sentido longitudinal con toma baja.	1.495 mm
Alcance del rastreo en captación sobre el plano de la vía férrea.	De 3.800 a 4.800 mm

Se preverá que con un solo pantógrafo por TUE, se pueda mantener el tren en servicio sin ninguna limitación.

Se instalará un descargador (pararrayos) para la protección contra las sobre tensiones de origen atmosférico. Dicho descargador se colocará en el circuito de at a continuación del pantógrafo.

Este descargador no necesitará mantenimiento ni reglajes y cuyas características no se degraden con el tiempo ni por los agentes exteriores.

1.5.8 Cableado de Alta y Baja Tensión

Los cables eléctricos destinados a alimentar los diferentes equipos que se utilizarán en los coches deberán ser seleccionados para soportar la tensión y corriente de los mismos, de tal manera que aseguren continuidad y elevada fiabilidad durante el servicio.

Los cables deberán operar satisfactoriamente en grupos de conductores, en ambiente cerrado (sin ventilación) y expuestos a las radiaciones térmicas del equipo eléctrico de los coches y de los cables adyacentes. Además, deberán estar diseñados para soportar temperaturas de sobrecarga, sobretensión y cortocircuitos que se puedan presentar durante la operación, sin degradación de sus características. Los cables deberán soportar, también sin degradación o deterioro alguno, la exposición eventual a solventes y lubricantes.

Los conductores del cableado de alta y baja tensión, así como sus aislamientos, no serán propagadores de la llama (tipo A), de mínima emisión de humos (tipo F1) y de emisión nula de gases tóxicos , deberán cumplir con las normas UNE-21026, UNE-21027, UNE-21028, uic 895 or, cei 1034, nfc 32-101, nfc 33-010, nfc 32-012, nfc 32-200, nh 32-80 e iceas 19-81, o las correspondientes en el año de fabricación de los trenes.

1.5.9 Acoples Eléctricos

La conexión eléctrica entre coches y la comunicación entre los equipos instalados en los mismos se efectuará por medio de acoples eléctricos removibles que estarán formados por cables de tipo múltiple, con funda de hule resistente a solventes y lubricantes.
Los acoples eléctricos tendrán tomas en cada uno de sus extremos, las cuales se acoplarán a las tomas instaladas en los extremos de las cajas. Cada toma tendrá una guía y un seguro que evite su desconexión.

Las tomas instaladas sobre el cuerpo de los coches contarán con un dispositivo, que asegure su perfecta estanqueidad en caso de no ser usadas, y tener un seguro que impida su pérdida o extravío.

1.5.10 Inscripciones y Placas

Las inscripciones mínimas son las siguientes.

Identificación Exterior

- Número de coche, en los costados del vehículo.
- Placa metálica del CONCESIONARIO que contenga el nombre y/o anagrama del operador, así como el año de construcción del vehículo y número de carro (bajo carrocería).
- Inscripción de indicaciones de accionamiento del freno de estacionamiento y de aislamiento del freno.
- Inscripción de aislamiento de la tubería de equilibrio.
- Inscripción de la señal de punto de apoyo para levante.
- Placas de identificación de los cofres laterales bajo el bastidor, señalando los principales equipos que contienen, asimismo las señales de seguridad correspondientes, tales como «peligro alta tensión».
- Placa «abrir» en el mando de las puertas de acceso.

- Inscripción encima de las puertas de acceso «antes de entrar permita salir».
- Inscripción de identificación de los acopladores de líneas del tren.

1.6 Salón de Pasajeros

El salón de pasajeros tendrá una disposición de asientos colocados en forma lateral -longitudinal, a fin de procurar un espacio continuo con las menores interrupciones posibles a la circulación de pasajeros, máxima capacidad, ausencia de recodos y de aristas vivas, así como un adecuado nivel de iluminación y ventilación, los cuales serán especificados posteriormente.

Dadas las características de operación, con recorridos cortos y poca permanencia del pasajero dentro del tren, se adoptará una disposición de puertas y asientos en bancas laterales que posibilita una fluida circulación, así como una rápida evacuación en caso de emergencia.

Preferentemente los materiales en el salón de pasajeros 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 la norma NF F16-101 o equivalente, para salvaguardar la seguridad del personal de operación y de los pasajeros durante el desalojo de los coches.

1.6.1 Puertas de Acceso al Salón de Pasajeros

Las puertas estarán 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. Deberá existir equidistancia entre ellas.
Las puertas abiertas deberán tener un espacio útil mínimo de 1.200 mm. de ancho y 1.900 mm. de alto.

Preferentemente los cristales deberán cumplir con las características indicadas en la norma sncf ST-250 o equivalente. Las juntas de jebe deberán cumplir con las normas astm D-2000 o equivalente.

Las juntas de jebe (protección de los Usuarios y estanqueidad) colocadas a un lado de las hojas deberán ser proyectadas de forma que tengan flexibilidad suficiente para no causar lesiones a los pasajeros. El sistema de fijación deberá soportar condiciones de uso rudo. El mantenimiento, el montaje y el desmontaje deberán ser sencillos.

El equipo de control de puertas deberá garantizar, bajo cualquier circunstancia, la seguridad de los pasajeros, para lo cual tendrá en cuenta lo siguiente:

- El sistema contará con un mecanismo alternativo que en caso de falla o disfunción del equipo de control, lleve al sistema de puertas al cierre.
- Se tomarán las previsiones necesarias para que el tren corte la tracción automáticamente en caso que por algún motivo se abra una puerta, después de haberse iniciado la marcha.

La apertura de puertas deberá satisfacer las siguientes condiciones:

- El tiempo entre el comando de la apertura y el término de su ejecución deberá ser inferior a 4,5 segundos, permitiéndose el ajuste de la velocidad al final de la carrera para que evite daños al equipo;
- Cuando las puertas estén libres, se podrán mover manualmente aplicando una fuerza longitudinal inferior a 10 daN.

Los componentes del sistema de puertas deberán garantizar una vida útil superior a los 2.000.000 km.

Control de las Puertas en Operación Normal

El cierre de las puertas de acceso deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Preferentemente cuando las puertas reciben el comando de cerrado, una alarma sonora de tipo electrónico deberá sonar por lo menos 1,5 segundos a más, ajustable, antes de activar los comandos efectivos.
- Preferentemente el tiempo entre el comando del cierre y el término de su ejecución deberá ser inferior a los 6 segundos, permitiéndose el ajuste de la velocidad. Antes del final de la carrera se tendrá una segunda velocidad más lenta que evite daños al usuario y al equipo.
- El esfuerzo longitudinal a aplicar sobre una hoja para impedir su cierre será de, cuando menos, 50 daN.
- El cierre de puertas deberá funcionar normalmente aun cuando se aplique desde el interior del coche una fuerza de 30 daN en forma transversal a la hoja.
- Se asegurará la permanencia del cierre de puertas en servicio normal, para autorizar la salida y circulación del tren. Deberá existir una señal luminosa en el exterior de cada coche, y en la cabina se dispondrá una señal luminosa que confirme el cierre de puertas.

Control de las Puertas en Emergencia

Asímismo, en cada coche se instalará un mínimo de 2 manijas de "señal de alarma", convenientemente distribuidas, que podrán ser accionadas a mano, y que se restablecerán por medio de la llave de servicio del conductor o remotamente desde la cabina de conducción.

Cuando las puertas están en posición abierta, el sistema de tracción no deberá permitir el movimiento del tren mediante el manipulador de tracción.

1.6.2 Ventanas

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.

Las ventanas podrán ser fijas o tipo "vasitas" en la cual el cristal superior es abatible hacia adentro mientras que el inferior es fijo.

En el caso de ser ventanas fijas, se deberá asegurar la ventilación de emergencia al salón de pasajeros en caso no funcione el sistema de aire acondicionado.

En el caso de ser ventanas tipo vasitas, estas permitirán 15.000 movimientos sin presentar averías que afecten su funcionamiento, salvo los desgastes propios del uso normal.

Las ventanas se fijarán a la estructura mediante un sistema que garantice la estanqueidad, permita su fácil desmontaje y ofrezca seguridad contra desmontajes accidentales por esfuerzos normales aplicados. Las ventanas podrán desmontarse desde el exterior sin dañar el revestimiento interior del coche. Este sistema permitirá la sustitución del acristalamiento en un tiempo corto con un periodo de inoperatividad bajo.

Los cristales de las ventanas serán de seguridad, templados e incorporarán un elemento de protección antivandalismo.

Los cristales deberán cumplir con las características indicadas en la norma SNCF ST-250 o equivalente.

1.6.3 Aislamientos

Para evitar la transmisión de vibraciones, ruidos e intercambios medioambientales, las paredes de los coches estarán provistas de un material aislante que no se deteriore por el contacto con solventes, por envejecimiento o humedad, siendo aplicado en el interior del coche en las zonas donde se requiera, de acuerdo con el diseño propuesto. En las zonas generadoras de calor se evitará su transferencia al interior de los coches, utilizando un material aislante adecuado.

Los materiales empleados para efectuar los aislamientos deberán estar clasificados en la categoría de productos ignífugos correspondientes a la norma NF F16-101 o equivalente.

Preferentemente el diseño del coche se deberá realizar teniendo en cuenta la eliminación al máximo de las fuentes productoras de ruido y el aislamiento o absorción del mismo, con el objeto de conseguir un nivel de ruido inferior a 80 dBA en el interior del coche, en las condiciones descritas en el acápite 4.3.6.

1.6.4 Revestimientos

Para el decorado interior, se deberá utilizar materiales de revestimiento que no necesiten pintura, que no presenten relieves que dificulten la limpieza y que tengan buenas características relacionadas con los siguientes aspectos:

- Resistencia mecánica;
- Resistencia al fuego;
- Baja emisión de humos y gases tóxicos;
- Resistencia a la abrasión;
- Resistencia al envejecimiento;
- Rigidez;
- Resistencia a la suciedad;
- Resistencia al graffiti;
- Posibilidad y facilidad de lavado.

Preferentemente los materiales utilizados corresponderán a la categoría A2 con una clasificación que no rebase los índices M2-F2 en lo que se refiere a resistencia al fuego y emisión de humos de la norma NF F16-101.

Se dispondrá de los registros necesarios y suficientemente amplios para efectuar la revisión y reparación de los aparatos de forma que no sea preciso desmontar el revestimiento interior.

Paredes y Techo

Preferentemente el revestimiento de las paredes y techos interiores del coche podrán ser de resinas fenólicas, poliester, u otro material similar,

siempre y cuando se cumpla con los índices definidos para la categoría A2 de la norma NF F16-101, preferentemente en paneles enteros, de espesor superior a 2 mm.

La fijación de los revestimientos se hará utilizando el menor número de juntas, molduras y tornillos, los que subsistan serán de acero inoxidable y los tornillos empleados serán del tipo antivandálico.

Las puertas de armarios deberán ser construidas con diseños robustos, articuladas con bisagras continuas de tipo piano y aseguradas con cerraduras rápidas accionadas con la llave de servicio y en material inoxidable.

Pisos

El piso estará concebido para soportar una carga de 9 viajeros/m².

La parte inferior de la estructura del piso estará protegida térmicamente mediante una capa de material aislante. Esta solución deberá cumplir con el índice M2-F1 de la norma NF F16-101.

El material de revestimiento del piso deberá cumplir las siguientes características:

- Bajo índice de inflamabilidad
- Resistencia contra llamas
- Baja toxicidad por emisión de humos
- Superficie antideslizamiento
- Resistencia al desgaste y abrasión
- Resistencia a sustancias químicas
- Dureza
- Buena absorción de agua
- Resistencia a manchas
- Resistencia a llama del cigarro.

1.6.5 Asientos

Los asientos se colocarán en forma lateral-longitudinal. La cantidad mínima de asientos por coche con cabina será de 22 y por coche sin cabina será de 24.

El material constitutivo de los asientos será rígido, a base de resinas fenólicas, poliester reforzado con fibra de vidrio u otro material similar, además de perfiles metálicos no visibles.

Alternativamente, se aceptarán asientos de materiales distintos, previa aprobación.
Se deberá considerar dos (2) espacios para sillas de ruedas por cada tres (3) coches de un tren.

En caso de ser necesario se dispondrá de algunos asientos apoyados mediante una estructura tipo cajón, en el interior de los cuales podrán situarse los grifos de anulación de freno, seccionadores de coches, elementos del equipo eléctrico o de aire acondicionado, etc., accesibles mediante cerradura con llave de cuadradillo.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
JESSICA OLAECHEA F.
ASESORA LEGAL
ProInversión

JEFE DE PROYECTO
ProInversión

Los asientos estarán colocados preferentemente en cantilever, es decir sujetos directamente a las paredes del vehículo para facilitar las labores de limpieza.

1.6.6 Aire Acondicionado

Se instalará un sistema de aire acondicionado en el salón de pasajeros, que será alimentado por el convertidor estático y tendrá una potencia frigorífica adecuada para mantener en el interior de los coches el rango de temperatura indicado en la curva de regulación de temperatura interior recomendada por la norma EN 14750 o equivalente.

La instalación estará formada por un grupo evaporador – ventilador y por un grupo compresor - condensador. El sistema de tubos del frigorífico que une el grupo compresor - condensador con el grupo evaporador – ventilador estará formado por tubos flexibles de rápido acoplamiento. Como alternativa, también se aceptarán soluciones con equipos compactos.

El equipo será de categoría A1 y deberá responder a las normas de fuego y humo NF F16-101 y nf f16-102 o equivalentes.

En su Estudio Definitivo, el CONCESIONARIO incluirá el estudio del sistema de aire acondicionado, mediante el cual demuestre el cumplimiento de esta especificación.

1.6.7 Pasamanos

En el salón de pasajeros se ubicarán convenientemente apoyos o pasamanos próximos a cada puerta y a lo largo de la zona de asientos para otorgar seguridad a los usuarios. Estos pasamanos estarán formados por elementos tubulares de acero inoxidable u otro material equivalente, de una resistencia mecánica adecuada a los requerimientos de carga.

En los casos en que se requiera la unión de dos pasamanos, se emplearán elementos compactos con componentes de fijación ocultos, elaborados en acero inoxidable u otro material de resistencia comprobada, que permitan realizar su montaje y desmontaje sin necesidad de retirar columnas u otros elementos. Todos los tornillos que deban quedar expuestos serán del tipo anti vandálico y del material antes indicado.

Los pasamanos estarán a una altura aproximada de 1,80m sobre el piso terminado.

1.6.8 Paso entre coches

Se estudiará un pasillo de ínter circulación entre coches, logrando que el salón de pasajeros se extienda a toda la formación, el cual se deberá regir por las siguientes características:

El pasillo estará perfectamente iluminado y dispondrá de asideros en concordancia con el resto del tren.

Será robusto, ligero y capaz de resistir todas las solicitaciones 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.

Formará una unión perfectamente estanca, impidiendo la entrada de polvo o agua incluso en el lavado mecánico, así como una correcta insonorización.

Los elementos del pasillo no serán accesibles a los viajeros, especialmente los móviles, para evitar accidentes o actos de vandalismo. En general será de fácil limpieza y con la superficie interna protegida anti graffiti.

1.6.9 Alumbrado

El sistema de alumbrado del salón 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 deslumbramiento.

El alumbrado del salón de pasajeros de los trenes podrá ser normal o de emergencia.

Alumbrado normal

Este sistema ofrecerá una iluminación, de acuerdo a los niveles indicados más adelante, sin efectos de sombra. Su alimentación se podrá hacer a partir de la fuente de corriente alterna, en 220 V. o en corriente continua a través de convertidores electrónicos conectados al convertidor estático de la unidad de tracción.

Alumbrado de emergencia.

Este tipo de alumbrado funcionará permanentemente y se mantendrá encendido ante la ausencia de la alimentación de la corriente eléctrica alterna, 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 tres lámparas de este sistema en cada coche, distribuidas en forma estratégica a lo largo del mismo.

El alumbrado de emergencia se mantendrá durante 45 minutos.

Operación del Alumbrado

El alumbrado del salón de pasajeros estará disponible, a partir del accionamiento del botón de encendido de los trenes, en presencia de baja y alta tensión. 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.

Nivel de Iluminación

Los niveles a considerar para los dos tipos de alumbrado a 1,2 m del suelo son los siguientes:

Alumbrado Normal (incluye las lámparas de emergencias)	300 lux mínimo
Alumbrado de Emergencia	50 lux mínimo

Las medidas de luminosidad y el cálculo del factor de uniformidad de iluminación se harán tomando como base la norma UIC 555 o equivalente.

Las lámparas a utilizar serán fluorescentes, de 36 o 40 W, con arrancadores electrónicos de encendido rápido y con una vida útil mínima de 7.000 horas.

Si una lámpara se quema, esto no deberá provocar el apagado de otra.

1.6.10 Inscripciones y Placas Interiores

Las inscripciones interiores serán acordadas durante la fase de proyecto. Las inscripciones mínimas serán las siguientes

Identificación Interior

- Placas del fabricante.
- Número de serie y número del coche.
- Placas de «señal de alarma» en acero inoxidable.
- Inscripción en los cristales de las puertas «por su seguridad no apoyarse».
- Inscripción «no fumar».
- Placa «abrir» en el mando de las puertas de acceso.
- Plano actualizado de la Línea 1, colocado encima de las puertas de acceso.

Todos los rótulos serán redactados en idioma castellano y serán previamente aprobados. Los dispositivos de encendido del tren y de encendido del alumbrado de la cabina deberán contar con una señalización foto luminiscente.

Todos los aparatos mecánicos y eléctricos, incluyendo los paneles de los equipos, serán rotulados de modo que el personal de conducción y de mantenimiento puedan identificarlos fácilmente, se incluirán el nombre del fabricante y el número de serie del equipo.

Los rótulos sobre placas con relieve serán resistentes al rayado, de fácil limpieza y con un sistema que asegure su sujeción.

1.7 Cabinas Guía (de conducción)

Las cabinas guía (de conducción) serán de modo que el personal a cargo pueda realizar su función con eficacia y seguridad.

Las cabinas de conducción serán lo suficientemente amplias para que los movimientos del personal se efectúen sin dificultad, especialmente en caso de emergencia, por lo que no podrá admitirse ningún obstáculo que dificulte dichos movimientos.

En la cabina podrá instalarse uno o dos parabrisas frontales, que aseguren al personal una excelente visibilidad de la vía y de la señalización, de acuerdo a los

requerimientos establecidos en la norma uic 617.7 o equivalente. El parabrisas será de cristal laminado de seguridad, y podrá estar entintado en su parte superior.

El asiento del conductor estará situado convenientemente para permitirle el acceso a todos los elementos necesarios para la conducción y control del tren, será cómodo, compacto y regulable.

1.7.1 Banco de Maniobras (pupitre de conducción)

Cada cabina deberá contar con un banco de maniobras (pupitre de conducción) en el que se instalarán los aparatos de mando y control de los diversos equipos que forman el tren. Con objeto de no sobrecargar el pupitre, los equipos que no tengan una función activa en la conducción estarán situados en un panel superior o sobre paneles laterales con acceso directo a los componentes.

El conjunto del pupitre debe ser resistente y estético, los materiales empleados serán del tipo inastillable, fácilmente lavables, que no se decoloren con el uso y el tiempo y resistentes a la abrasión.

Los aparatos de mando de utilización frecuente estarán dispuestos de modo que puedan ser accionados cómodamente por el conductor desde su asiento.

Los aparatos de control estarán situados frente al conductor de modo que queden dentro de su campo de visión y maniobra.

La disposición y montaje de aparatos dentro del pupitre de conducción se efectuará de modo que las operaciones de mantenimiento y sustitución de éstos puedan efectuarse con facilidad. Se incluyen: manipulador de tracción - frenado, manómetros, voltímetro, llave de sentido de marcha, micrófono de voceo, micrófono de radioteléfono, etc.

Los siguientes componentes formarán parte de la cabina de conducción:

Interior

- Extintor de polvo químico seco (PQS) colocado en lugar accesible. La fijación de éstos será firme y de fácil desmontaje.
- Un parasol para cada parabrisas, abatible y ajustable, que garantice que el conductor no se deslumbre en vías superficiales.
- Un dispositivo de «señal de alarma» fácilmente accesible.
- Dos pasamanos verticales situados cerca de las puertas laterales.
- Un marco para colocar las laminillas que contienen las matrículas de los coches que componen el tren.
- Una escalera para bajadas de emergencia a las vías.

Exterior

- Limpiaparabrisas de operación electro neumático, probado ampliamente en el campo ferroviario, con velocidades, dosificador de agua y un aditamento que permita su acción manual.
- Una bocina acústica, con mando electro neumático, accionable desde el banco (pupitre).

1.7.2 Puertas de Acceso a la Cabina

El acceso a la cabina guía desde el exterior se hará, de preferencia, por medio de puertas laterales, provistas de una cerradura para llave de servicio y manija externa e interna. Las puertas deberán medir, como mínimo, 0,5 x 1,85 m y estarán provistas de ventanas con lunas corredizas.

Para facilitar el acceso desde la vía se preverá una escalerilla con sus correspondientes asideros.

Asímismo, se contará con una puerta de intercomunicación entre la cabina guía y el salón de pasajeros. Esta puerta dispondrá de una cerradura con acción por ambos lados. El cerrojo se accionará con la llave de servicio.

1.7.3 Iluminación de la Cabina

El alumbrado de la cabina deberá asegurar una iluminación eficiente que no deslumbre al conductor, con un nivel de 50 luxes en el pupitre, que evite que, al reflejarse la luz sobre éste, se dificulte la apreciación de las señales.

1.7.4 Aire Acondicionado de la Cabina

Se instalará un sistema de aire acondicionado en la cabina de conducción que será alimentado por el convertidor estático y tendrá una potencia frigorífica mínima de 3.500 Frig/h.

La instalación estará formada por un grupo evaporador - ventilador, en la cabina guía, y por un grupo compresor - condensador, ubicado en el techo. El sistema de tubos del frigorífico que une el grupo compresor - condensador con el grupo evaporador – ventilador estará formado por tubos flexibles de rápido acoplamiento. El equipo será de categoría A1 y deberá responder a las normas de fuego y humo NF F16-101 y nf 16-102 o equivalentes. También se aceptarán soluciones con equipos compactos.

1.7.5 Luces de Protección de los Trenes

En la parte delantera de las cabinas de conducción se colocarán, en el exterior bajo el parabrisas, 4 faros, los cuales indicarán el sentido de circulación del tren o su condición de estacionado. Los faros extremos emitirán una luz roja, los centrales, una luz blanca.
Los faros de luz blanca se encenderán en la cabina con marcha adelante y los faros de luz roja se encenderán en la cabina opuesta. La elección de operación de éstos será automática por el sentido de marcha elegido. En un tren estacionado, los faros extremos de ambas cabinas se mantendrán alimentados para emitir una luz roja de protección.

Preferentemente en los faros, existirán lámparas de halógeno, o de intensidad luminosa similar y de inclinación ajustable, que permitan apreciar la presencia de objetos en la vía a una distancia de 150 m en tramo recto. Estos faros serán alimentados directamente por las baterías y potencia mínima de 200 W tipo "sealed beam".

1.7.6 Luces de Identificación e Indicador de recorrido

Sobre la parte superior delantera de los coches con cabina se instalarán dos luces de color ámbar que enmarquen el número de tren y el indicador de recorrido. Estas luces serán operadas por medio de un conmutador que

estará colocado en la cabina y tendrán posiciones de emisión: fija o intermitente.

La distancia a la cual ambos deben ser perfectamente legibles será de 150 m. Su mando deberá hacerse sin dificultad desde el techo de la cabina de guía.

1.7.7 Bocina Acústica

En cada coche con cabina se instalará una bocina de tipo ferroviario de operación electroneumática, cuyo sonido pueda ser escuchado en la zona superficial de la línea a una distancia mínima de 150 m. El claxon será accionado por un botón desde el banco de maniobras.

1.8 Toma de corriente y cableados

1.8.1 Pantógrafo

Además de la descripción del punto 1.5.7 se tendrá en cuenta lo siguiente.

Todas las estructuras del pantógrafo deberán estar eléctricamente bajo tensión y la corriente deberá derivarse de un borne fijado en el bastidor. Por consiguiente, los aisladores de base deberán efectuar el aislamiento del pantógrafo de las estructuras del vehículo.

Las articulaciones del pantógrafo estarán "puenteadas" en forma adecuada para evitar el paso de corriente por ellas.

El contacto con la catenaria se realizará a través de insertos de carbón grafitado.

El dispositivo de elevación deberá contar con una válvula que permita regular la velocidad de elevación y de descenso.

Al lado de cada pantógrafo se situara un dispositivo de seguridad contra sobretensiones, estática, carente de reglajes, de mantenimiento y cuyas características no se degraden con el tiempo no agentes exteriores.

Sobre el techo del coche, en la región prevista para la instalación del pantógrafo, deberá ser colocado una protección que garantice la no propagación de llama, que deberá proporcionar un aislamiento eléctrico no menor de 15 kV. La superficie libre de esta protección deberá ser de tipo antideslizante.

Deberá ser prevista la conexión de los pantógrafos a dispositivos de puesta a tierra, de modo que cuando sea activado, inhiba totalmente cualquier accionamiento de levantamiento del mismo.

Deberá tener un dispositivo de seguridad para garantizar que el acceso a compartimientos con conexiones en alta tensión sea realizado a través de llaves que solamente podrán ser liberadas después de la puesta a tierra del pantógrafo y de los circuitos de potencia de los trenes.

1.8.2 Cableado de Alta y Baja Tensión

Los cables eléctricos destinados a alimentar los diferentes equipos que se utilizarán en los coches deberán ser seleccionados para soportar la tensión

y corriente de los mismos, de tal manera que aseguren continuidad y elevada fiabilidad durante el servicio.

Los cables deberán operar satisfactoriamente en grupos de conductores, en ambiente cerrado (sin ventilación) y expuestos a las radiaciones térmicas del equipo eléctrico de los coches y de los cables adyacentes. Además, deberán estar diseñados para soportar temperaturas de sobrecarga, sobretensión y cortocircuitos que se puedan presentar durante la operación, sin degradación de sus características.

Los cables deberán soportar, también sin degradación o deterioro alguno, la exposición eventual a solventes y lubricantes.

Los conductores del cableado de alta y baja tensión, así como sus aislamientos, deberán cumplir preferentemente con las normas UNE-21026, UNE-21027, UNE-21028, uic 895 or, cei 1034, nfc 32-101, nfc 33-010, nfc 32-012, nfc 32-200, nh 32-80 e iceas 19-81, o equivalentes.

De preferencia, la cubierta aislante de los conductores será libre de halógeno, tomando en cuenta todas las condiciones de operación con las mejores características mecánicas, eléctricas y químicas, asegurando así una elevada fiabilidad en el servicio.

De acuerdo con el diseño del tren, los cables que así lo requieran deberán estar blindados para evitar la interferencia electromagnética. En la cubierta del aislamiento se deberá indicar los siguientes datos: tensión nominal del cable, tipo de aislamiento, clase y sección nominal del conductor.

Preferentemente los cables tendrán una marca distintiva del fabricante y las siglas que constituyen la designación, así como el año de fabricación. La separación máxima entre el final de una inscripción y el comienzo de la siguiente será de 50 cm y se aplicará con pintura indeleble sobre la cubierta exterior.
El cableado de los diferentes circuitos se montará de tal manera que no impida o dificulte su montaje y desmontaje en los coches, considerando los siguientes criterios:

Preferentemente todos los cables unitarios, arneses y cables múltiples deberán estar rotulados o etiquetados en sus extremos, de acuerdo con los esquemas eléctricos y de cableado correspondientes, estos señalamientos deberán ser perfectamente visibles sin degradación alguna con el paso del tiempo.
El cableado bajo bastidor estará colocado en conductos, excepto las acometidas a los diferentes equipos.

Se deberá utilizar canalizaciones para proteger el cableado en las zonas que lo requieran, para evitar toda posibilidad de roce de los cables con partes metálicas.

Los cableados de los circuitos de alta y baja tensión, directa y alterna, así como los circuitos de seguridad y comunicación, serán totalmente independientes entre sí.

Las terminales que se utilicen, especialmente las aplicadas a presión, deberán garantizar la continuidad bajo las condiciones de operación, asegurando que las vibraciones no afecten su funcionamiento. Se aceptará

el uso de conexiones sin tornillo, las cuales se someterán a la aprobación del CONCEDENTE.

Las tablillas de conexión deberán contar con identificaciones que permitan una rápida instalación de los cables para facilitar las intervenciones de mantenimiento.

En caso de utilizarse fundas destinadas a contener los cables, el material de éstas será resistente al calor y a las vibraciones, de conformidad con la norma NF F16-101 o equivalente.

Las uniones eléctricas entre los equipos instalados en los bastidores de la caja y en los bogies serán realizadas por medio de cables de longitud apropiada.

Con el fin de permitir reparaciones eventuales y evitar esfuerzos mecánicos en las conexiones de los circuitos de baja tensión, deberá considerarse en cada conexión una longitud suplementaria, en cada extremo del cable.

Las diferentes partes metálicas de los coches y de los diversos órganos eléctricos y electrónicos, serán conectadas a la estructura de la caja a través de trenzas flexibles de sección suficiente.

1.8.3 Acoples Eléctricos

La conexión eléctrica entre coches y la comunicación entre los equipos instalados en los mismos se efectuará por medio de acoples eléctricos removibles que estarán formados por cables de tipo múltiple, con funda de hule resistente a solventes y lubricantes.

El número de cables será establecido por las necesidades del diseño del tren.

Los acoples eléctricos tendrán tomas en cada uno de sus extremos, las cuales se acoplarán a las tomas instaladas en los extremos de las cajas. Cada toma tendrá una guía y un seguro que evite su desconexión.

Las tomas instaladas sobre el cuerpo de los coches contarán con un dispositivo, que asegure su perfecta estanqueidad en caso de no ser usadas, y tener un seguro que impida su pérdida o extravío.
La longitud de los cables acopladores entre coches deberá ser suficiente para evitar que se vean sometidos a esfuerzos mecánicos durante la operación de los trenes.

En función del diseño del tren, los acoples eléctricos deberán incorporar cables blindados para protección contra interferencias electromagnéticas.

1.8.4 Elementos de Protección Eléctrica

Todos los equipos eléctricos de alta y baja tensión estarán protegidos por elementos que eviten daños en caso de sobretensiones, sobrecorrientes y cortocircuitos. Los elementos de protección se ubicarán en lugares de fácil acceso y estarán debidamente identificados.

En el caso de los circuitos de alta tensión, su protección se logrará a través de elementos apropiados que cuenten con fijaciones y conexiones seguras y de fácil reemplazo.

En los circuitos de corriente alterna y directa de baja tensión se elegirá magnetotérmicos de rearme manual, su colocación será en tablillas de fácil acceso e identificadas.

Los elementos de protección serán de aplicación ferroviaria.

1.8.5 Equipos y Arreglos Diversos

Los elementos que a continuación se mencionan estarán sobre el exterior de las cajas:

Un estribo y dos pasamanos que permitan el acceso a la cabina.

Placas de apoyo para gatos mecánicos durante el levantamiento de las cajas, de acuerdo al diseño de las mismas, y pernos de maniobra y ajuste a la caja bogie.

Los órganos mencionados a continuación estarán en el interior de los coches:

- Dispositivo (manija) de "señal de alarma" cerca de las correspondientes puerta deslizante de los coches de pasajeros.
- Bocinas del sistema de sonorización, cuyas características se detallan en el acápite correspondiente en esta especificación.
- Dispositivos para el control de los pasajeros: por medios electrónicos ubicados en los marcos superiores de las puertas de acceso de los coches, por medio de válvulas sensoras de carga instaladas en el piso de los coches o a través de otra solución técnica de probada eficacia instalada en la vía férrea.

1.9 Equipo Neumático

El sistema neumático del tren comprende los aspectos de producción, tratamiento, almacenamiento y distribución del aire comprimido, donde están incluidos motocompresor, preferentemente secador de aire, depósitos, regulación, protecciones y accesorios para su interconexión.

La producción de aire comprimido deberá ser suficiente para que las funciones que desempeñan los equipos de accionamiento neumático, principalmente las de seguridad del tren, se cumplan conforme a lo establecido en esta especificación. Se dispondrá preferentemente de un secador de aire entre la unidad de compresión y el tanque de almacenamiento. Los consumos de aire comprimido son fundamentalmente para: Equipo de Freno Neumático, Suspensión Neumática, Pantógrafo, Motores neumaticos de accionamiento de puertas, Engrase de Pestaña, Equipo de Arenado, Equipos Auxiliares

El sistema de suministro de aire deberá estar dimensionado para cumplir con las siguientes condiciones, simultáneamente a partir de la presión de salida de la unidad de compresión, sin llegar a la presión mínima de la tubería principal que lleve al tren a un frenado de emergencia:

- Variaciones rápidas de la carga de aire de vació a cargado
- dos ciclos completos de alivio y aplicación de freno
- un ciclo completo de izamiento y descenso de pantógrafo

- fuga de aire del tren de acuerdo a la norma IEC 1133

El tiempo máximo de cargado del sistema de aire comprimido del tren de vació hasta la presión máxima de trabajo deberá ser inferior a 8 minutos.

1.9.1 Unidad de Compresión de Aire

El compresor podrá ser de tipo rotativo, o de tipo alternativo (reciprocante), acoplado directamente a un motor. Cada Tren unidad eléctrica (TUE) contará preferentemente con dos grupos motocompresores que podrán funcionar en forma individual o simultánea (sincronizada), con el fin de abastecer a todo el tren, bajo el régimen de arranque y paro en un rango de presiones acorde con el diseño del tren.

El sistema neumático deberá incorporar en su diseño la especificación de un nivel normal de funcionamiento de los grupos motocompresores con ciclo de carga de 30 ~ 35%.

En caso de falla de uno de los compresores, el otro deberá suplir el funcionamiento del primero, o de ser el caso, compensar esta deficiencia con el aumento de su ciclo de trabajo.

Cada grupo motocompresor estará dispuesto bajo el bastidor de los coches mediante una estructura suspendida por elementos elásticos que limite la transmisión de vibraciones al salón de pasajeros y que también permita un fácil desmontaje e inspección durante las labores de mantenimiento. El nivel de ruido máximo permitido será de 85 dBA medido a 1,5 metros del piso del vehículo. El período entre mantenimientos menores del compresor será superior a los 30.000 km. y su revisión general no se realizará antes de los 240.000 km.

El compresor deberá contar con las protecciones de presión y temperatura necesarias para evitar daños a los equipos y al personal de mantenimiento.

Las conexiones eléctricas, neumáticas y mecánicas serán robustas, confiables, de fácil instalación y de la calidad que exige la operación de un sistema ferroviario.

1.9.2 Motor Eléctrico

El inducido deberá ser instalado sobre rodamientos que aseguren una vida útil superior a 1.400.000 km.

Se deberá considerar las medidas necesarias sobre el cuerpo del motor para efectuar las labores de inspección y mantenimiento que se requieran.

1.9.3 Secador de Aire

El aire comprimido, después de la salida del compresor, pasará por un refrigerador, por un separador de aceite en suspensión y preferentemente por un secador de aire adecuado al gasto, operación y condiciones ambientales.

La regeneración del material absorbente se efectuará al apagarse el grupo motocompresor, mediante el aire seco contenido en el tanque auxiliar.

1.9.4 Tanques de Aire Comprimido

Se proveerá de depósitos principales para almacenamiento del aire comprimido de una capacidad tal que asegure el suministro de aire a los equipos neumáticos del tren, y un dispositivo auxiliar en cada coche de forma tal que pueda efectuarse, como mínimo, tres frenados consecutivos de emergencia a fondo con detención del tren, en caso de no funcionar el compresor, así como el accionamiento de puertas de ser con mando neumático.

Los depósitos principales estarán en comunicación por medio de una tubería de equilibrio de la cual saldrán las derivaciones para los diversos circuitos.

Los depósitos principales y auxiliares deberán cumplir, con la legislación vigente o equivalente, y se protegerán con recubrimientos de gran resistencia a la corrosión que garanticen una vida útil de 30 años. Asimismo, los depósitos contarán con las válvulas de purga y de seguridad necesarias.

1.9.5 Control, Mando y Regulación

Los paneles de mando neumático, conformados por electro válvulas, transductores y válvulas, constituyen el control, mando y regulación de los sistemas de frenado y pantógrafos; los cuales deberán ser de fácil acceso para su inspección y mantenimiento.

Cada grupo motocompresor deberá tener un regulador ajustado a la presión mínima y máxima de operación. Para el arranque, actuará el mando de los grupos cuando el primer regulador detecte la presión mínima de trabajo; y para el paro, cuando el último regulador detecte la presión máxima.

Existirán dispositivos que permitan controlar la alimentación del motor durante las intervenciones de mantenimiento que serán del tipo utilizado en la rama ferroviaria.
De preferencia, se colocarán manómetros en cada coche, para la vigilancia de la tubería de equilibrio y de la presión de frenado.

El circuito eléctrico de comando de la unidad compresora deberá de poseer una llave eléctrica de dos posiciones (abierto y cerrado) localizada en el panel del compresor. Se deberá contar con una protección contra la inversión de rotación del compresor.

1.9.6 Instalación Neumática

Preferentemente las tuberías serán de cobre o acero inoxidable de espesor reforzado u otro material metálico resistente a la corrosión. La unión de los aparatos y tuberías se realizará con la ayuda de conectores de bronce u otro material metálico de instalación rápida que resista la corrosión.

Instalación de Tuberías

La fijación de la tubería al bastidor se efectuará por medio de bridas. La distancia entre dos bridas consecutivas, así como la distancia entre éstas y los aparatos neumáticos deben ser determinadas para evitar:

- Vibraciones de tuberías
- Esfuerzos sobre los conectores y aparatos y sus órganos de fijación
- Golpeteo sobre elementos de las tuberías o de los aparatos

El radio de curvatura de las tuberías neumáticas será el mayor posible.

Las tuberías deben instalarse tan rectas como sea posible y con el número mínimo de uniones. Todo el sistema de tuberías debe disponerse para evitar el desplazamiento, tanto de las tuberías como de los demás elementos unidos a ellas, como consecuencia de las vibraciones, por el peso u otras causas. La disposición de las mangueras flexibles debe evitar el contacto con elementos próximos debido al movimiento relativo entre bogie y caja.

La disposición de las mangueras flexibles debe evitar el contacto con elementos próximos debido al movimiento relativo entre bogie y caja.

En la disposición de las tuberías se evitará las curvaturas que puedan acumular productos de condensación.

Las llaves de aislamiento del circuito neumático deben ser fácilmente accesibles. La manija de las mismas estará en línea con la tubería cuando las llaves estén en posición abierta.

1.10 Equipo Eléctrico de Tracción y Frenado

El objetivo fundamental de este equipo es cumplir con las exigencias de tracción y frenado establecidas en la presente especificación, el mayor ahorro energético posible, los coeficientes de fiabilidad y disponibilidad contenidos en esta especificación, y costos de mantenimiento reducidos.

El equipo de tracción estará diseñado para funcionar a 1.500 Vcc +20% / -30%

El equipo eléctrico deberá ser único para el mando del tren unidad eléctrica.

El sistema eléctrico de tracción y frenado deberá estar diseñado para garantizar que el tren pueda recorrer vías con pendiente máxima de 5% en tramos. Asimismo, deberá realizar la conexión permanente de los motores. Por consiguiente, se deberá instalar para cada toma de corriente un interruptor extrarrápido para alimentar y proteger los circuitos de toda la unidad.

El frenado eléctrico será reostático y también de recuperación en las unidades de tren que estén preparadas para esta función.

El freno de servicio será eléctrico y estará concebido para obtener la máxima recuperación de energía, por lo que será enviada a la catenaria toda la energía eléctrica que ésta admita durante el frenado eléctrico en las unidades de tren que estén preparadas para esta función. El frenado reostático podrá disipar hasta el 100% de la energía máxima procedente del frenado eléctrico, manteniéndose el frenado de fricción (con accionamiento neumático) alternativamente.
Las resistencias de frenado reostático de cada circuito de tracción disiparán solamente la energía generada en el circuito y no de otros en el mismo tren.
El equipo deberá ser comandado por señales generadas por el manipulador, determinando el modo de trabajo (tracción, neutro o frenado).

La desaceleración del frenado se adecuará de manera automática al estado de carga de cada uno de los coches.

En caso de falla del freno eléctrico, o a baja velocidad, éste será sustituido automáticamente por el freno mecánico de fricción (con accionamiento neumático), con el mismo esfuerzo total. El sistema utilizado en la sustitución del freno eléctrico por el neumático deberá asegurar que ningún coche del tren quede sin freno bajo ninguna circunstancia.

1.10.1 Características Generales

Todos los componentes pertenecientes a circuitos electrónicos deberán responder a las especificaciones UNE, UIC, CEI y/o normas internacionales equivalentes.

Preferentemente se entregar la normativa relativa al control de calidad de componentes y equipos electrónicos.

Condiciones Generales de Funcionamiento

Los equipos serán concebidos para dar servicio bajo las condiciones extremas de operación en las que circularán los trenes, así como para cumplir satisfactoriamente las características de operación que se señalan en la presente especificación para la tracción y el frenado.

Para demandas de desaceleraciones mayores de las que pueda proporcionar el frenado eléctrico, el esfuerzo del frenado neumático complementario incluirá el frenado de los coches remolque.

La estructura de las cajas del interruptor de línea, del ondulador igbt, del reactor de filtro y de las resistencias empleadas deberá estar al mismo potencial del bastidor del coche.

Influencia sobre las Instalaciones Eléctricas Exteriores

Las frecuencias de trabajo del sistema del equipo de tracción no deberán afectar a otros equipos del tren ni a las instalaciones fijas, ni serán afectadas por las influencias electromagnéticas del mismo, propias del servicio, ni por las externas a la línea del Metro. Para ello durante el periodo de pruebas se analizará este aspecto y en caso sea necesario se calculará y suministrará el equipo y el filtro adecuado para evitar perturbaciones.

Sistema de Enfriamiento

Todos los componentes del equipo de tracción serán enfriados adecuadamente, no se admite la utilización de semiconductores inmersos en fluidos para su enfriamiento.

Resistencias de Freno

Las resistencias de freno deberán estar diseñadas para un régimen de servicio ferroviario y su capacidad absorberá como mínimo el 30% del esfuerzo máximo eléctrico regenerativo cuando, por cualquier causa, no hubiera frenado eléctrico de este tipo.

El sistema de instalación será dispuesto en bloques fácilmente desmontables.

Disyuntor extrarrápido

El equipo de tracción deberá contemplar la inclusión de un disyuntor extrarrápido cuya capacidad será adecuada para la alimentación y protección del circuito y de los semiconductores de potencia.

ASESORA LEGAL
Proinversión

El disyuntor contará con un indicador de estado energizado/desenergizado (uno o cero) para facilitar la intervención y preservar la integridad del personal. Los disyuntores empleados serán de mando electromagnético y de un modelo totalmente probado.

Las conexiones de alta tensión, los contactos auxiliares de estos dispositivos y los reveladores que se requieran deberán estar protegidos contra agentes exteriores, mediante tapas herméticas de material plástico transparente ignífugo.

No se requerirá el desmontaje del disyuntor ni de sus componentes para intervenciones menores en los contactos principales y auxiliares. Éstos deberán ser totalmente accesibles para su revisión y limpieza sistemática, sin que sean afectados los equipos adyacentes.

Las cámaras de extinción de arco deberán ser fácilmente desmontables para la revisión de los contactos principales. No se admitirá la utilización de amianto (asbesto). Todos los dispositivos mecánicos de corte, de conmutación y de aislamiento estarán colocados en una misma caja.

Los mandos de los aparatos electromecánicos se harán mediante la alimentación de la tensión de batería y deberán trabajar adecuadamente entre los rangos de tensión establecidos. La velocidad de apertura y la capacidad de los contactos deberá aislar cualquier falla ocurrida después de su punto de conexión sin dañar ninguno de los aparatos de tracción.

La velocidad de apertura y la capacidad de los contactos deberá aislar cualquier falla ocurrida después de su punto de conexión sin dañar ninguno de los aparatos de tracción.

Los contactos y circuitos auxiliares de baja tensión deberán estar debidamente aislados de la alta tensión.

Componentes del Equipo Eléctrico de Potencia

Los componentes eléctricos se ajustarán a las especificaciones de la norma uic 616-0 o equivalente.

La vida media de los contactos eléctricos de ruptura será superior a los 150.000 km.

Los aparatos eléctricos se ventilarán adecuadamente. No obstante, se evitará la entrada de agentes exteriores tales como agua y polvo.

Protecciones y Seguridades

El sistema contará con dispositivos de medición y protección para asegurar el buen funcionamiento del equipo y facilitar su mantenimiento. Los detectores respectivos deberán ser de aislamiento galvánico entre los circuitos de alta y baja tensión.

Cualquier falla será eliminada o aislada por acción directa de los circuitos de control o de los disyuntores extrarrápidos.

Además, se incluirá protección con base en cartuchos con fusibles para los circuitos de alta tensión incluidos en el equipo de tracción, los cuales

deberán seleccionarse para cumplir con los siguientes requerimientos: que sean de fusión silenciosa, sin huella exterior y con una velocidad de fusión adecuada al diseño propuesto y a las condiciones de servicio.

Para baja tensión, todas las protecciones estarán constituidas por interruptores magnetotérmicos con accionamiento automático y se instalarán en lugares fácilmente accesibles al personal de conducción durante la operación normal, para su rearme si fuera preciso.

Se empleará un mecanismo de apertura y cierre que imposibilite el acceso a zonas donde exista alta tensión sin que previamente se encuentre el conmutador de apagado local activado.

Tendrán un sistema de protección que permita al personal de mantenimiento conectar a tierra los circuitos de alta tensión, mediante una secuencia de llaves o con un sistema de mayor avance tecnológico. En general, todos los cajones conteniendo alta tensión estarán protegidos de esta forma.

Sistema Antipatinaje – Antideslizamiento

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.

Aparatos de Mando y Control

Como se ha indicado, el equipo de tracción será comandado preferentemente por un solo manipulador. El manipulador tendrá como mínimo las siguientes posiciones identificables:

- Frenado de emergencia (FE)
- Frenado (F1 a F6)
- Neutro (N)
- Tracción (T1 a T4)

Deberá existir un dispositivo de seguridad denominado "hombre muerto", el cual será alimentado a la misma tensión de la batería. Su activación se producirá cuando el conductor deje de presionar un pedal o el manipulador de Tracción-Frenado.

Las órdenes de conducción constituirán el mando de tracción y frenado del tren, mediante circuitos montados en seguridad de tal forma que, si ocurre una avería en cualquiera de sus componentes en un paso de tracción, resultará una disminución del esfuerzo de tracción o, si ocurre en frenado, aumentará el esfuerzo de frenado.

El frenado de emergencia se realizará por una línea de tren independiente del mando. La ausencia de señal en ella debe provocar la aplicación del mismo.

El dispositivo del mando de tracción y frenado estará protegido contra todas las perturbaciones. El mando no introducirá perturbaciones en las instalaciones de señalización ni en los equipos de tracción ni en los circuitos de baja tensión del tren. Los circuitos serán alimentados por la tensión de batería.

1.10.2 Motores de Tracción

Características Generales

El motor de tracción de preferencia será asíncrono, de rotor tipo jaula de ardilla o también podrá ser de corriente continua. Los motores serán autoventilados.

Cada motor estará fijo al bastidor del bogie; los rodamientos no serán afectados por la transmisión de los esfuerzos. Los motores estarán provistos de una caja con bornes que permita las conexiones con el equipo de control del circuito de potencia. El inducido será balanceado en forma dinámica para permitir un funcionamiento seguro y permanente, reduciendo al máximo los ruidos debidos a la ventilación y a los rodamientos. El sistema de ventilación estará diseñado de tal forma que se evite la llegada de agua al interior de los motores. El aislamiento de los devanados será preferentemente de la clase H.

Los rodamientos serán seleccionados por sus características técnicas para garantizar una operación libre de averías superior a 1.400.000 km. El montaje y desmontaje de los motores de tracción será sencillo, considerando que estas operaciones se realizarán en fosa por la parte inferior del coche. Asimismo, se deberá dotar a éstos de un sistema de sujeción para el traslado por medio de un polipasto.
Preferentemente se deberá incluir en el Estudio Definitivo la información indicada en los siguientes puntos:

- Curvas características del motor en las que se indique en función de la velocidad (v), la velocidad de giro, potencia y rendimiento para las condiciones de régimen continuo, horario y potencia equivalente al del cálculo del diagrama de marcha. Se indicará asimismo la corriente máxima admisible durante 01, 15 y 30 minutos.
- Características de marcha y calentamiento para los recorridos.
- Potencia continua.
- Velocidades nominal y máxima.
- Factor de potencia.
- Rendimiento.
- Tipo de características de los devanados y aislamiento, los cuales serán de clase H.
- Peso del motor completo.
- Tipo de ventilación.

1.11 Convertidores Estáticos / Generadores

La potencia del convertidor deberá cumplir las condiciones más duras de trabajo, con todos los consumos funcionando simultáneamente a plena carga, debiéndose absorber las puntas de corriente generadas en la conexión y desconexión de los equipos que alimentan, sin que la tensión o frecuencia de salida salgan de los márgenes de tolerancia especificados.

Algunos de los sistemas del tren que podrán ser alimentados por el convertidor son: iluminación, ventilación, aire acondicionado de la cabina de conducción y de los salones de pasajeros, circuitos de control, carga de la batería, circuitos auxiliares y de señalización, circuitos del ATP, registrador electrónico de eventos y motor del compresor, entre otros.

1.11.1 Características Generales

Condiciones de Funcionamiento

La tensión de alimentación con la que deberá funcionar el convertidor es la proporcionada por la línea aérea, debiendo operar satisfactoriamente en el rango especificado.

El encendido y paro del convertidor se producirá en el momento en que la alta tensión aparezca y desaparezca, respectivamente. Los efectos provocados por cualquier interrupción de la alta tensión no tendrán consecuencia alguna en el funcionamiento del convertidor. Igualmente, ninguna perturbación deberá producirse cuando el tren pase por algún cambio de vía o atraviese una sección de la línea aérea desprovista de alimentación de alta tensión.

Los convertidores podrán funcionar sea en vacío o con carga máxima; de igual forma, las cargas podrán ser conectadas o desconectadas, sucesivamente, sin importar cuál sea el orden e, incluso, simultáneamente.

Los convertidores estáticos deberán soportar durante su funcionamiento las anomalías que se presentan por lo común en este tipo de operaciones, como:

- Sobrecargas instantáneas.
- Caídas repentinas de tensión.
- Sobretensiones.
- Anomalías causadas por las subestaciones.

Si durante el funcionamiento normal se interrumpe la conexión de la batería, por ejemplo por la fusión del fusible, el cargador de batería del convertidor continuará funcionando como fuente de alimentación.

Características de Alimentación

La tensión disponible en los bornes de la batería se utilizará como fuente auxiliar de energía para el control y regulación del convertidor.

Respecto al circuito de entrada, se utilizará fusible y filtro de entrada. Además, deberá contar con protección para el caso de inversión de la polaridad de alimentación de alta tensión.

Las características de la alimentación es de entrada se especifican a continuación:

Tensión nominal de alta tensión:	1.500 Vcc
Rango de variación de la alimentación para mantener la salida nominal:	1.050 a 1.800 Vcc
Voltaje nominal de la batería:	72 o 110 Vcc
Rango de variación del voltaje de batería:	Según norma EN 50155 (IEC 571)

Filtros de Entrada

El filtro estará constituido por un circuito lc que deberá diseñarse para soportar sobretensiones de la línea de hasta 5 kV en un minuto.

Los condensadores del filtro de entrada serán montados para permitir las dilataciones de sus envases sin ningún problema.

El tiempo de descarga del condensador del filtro de entrada desde una tensión de 1.500 Vcc a una tensión residual inferior a 50 Vcc deberá ser de un tiempo inferior a 60 segundos.

Características de Salida

Las características de salida del convertidor con tensión de alimentación comprendida entre 1.050 y 1.800 Vcc, con funcionamiento en vacío, con carga nominal y sobrecarga (todos los equipos alimentados simultáneamente) serán preferentemente las siguientes:

a) Salida para corriente alterna trifásica (SI PROCEDIESE) – Media tensión	
Tensión de salida:	380 o 400 Vca
Regulación:	+/- 5%
Forma de onda:	Senoidal
Frecuencia:	50 Hz +/- 1
Distorsión armónica:	Inferior al 7%
Potencia de salida en régimen continuo:	A definir en la fase de proyecto
Factor de potencia:	> 0,85
Capacidad de sobrecarga:	50%
b) Salida para corriente continua – Baja tensión	
Tensión nominal:	72 o 110 Vcc
Ondulación:	1 V pico a pico
Potencia en régimen continuo	A definir en la fase de proyecto
Regulación:	+/- 2%
Rango para el ajuste de la tensión nominal de batería:	A definir en la fase de proyecto
Rendimiento energético para tensión nominal y carga máxima:	85% como mínimo
Capacidad de sobrecarga:	30%

Sistema de Enfriamiento

Los semiconductores de potencia serán adecuadamente enfriados mediante un sistema confiable y de fácil mantenimiento, tomando en cuenta en su diseño la utilización de materiales no contaminantes. Los semiconductores no podrán estar inmersos en el fluido refrigerante.

El sistema incluirá un dispositivo de control de temperatura para actuar de inmediato en caso de alcanzarse niveles altos. La acción de este control se hará efectiva mediante el corte de la alimentación del convertidor.

Influencia sobre los Sistemas del Tren y sobre las Instalaciones Fijas

La frecuencia de operación del convertidor y sus armónicas no deberán perturbar el funcionamiento de los equipos del tren; por ejemplo, la señalización, el radioteléfono y la transmisión remota de datos, entre otros.

Los equipos de las instalaciones fijas, tales como armarios de señalización, Telecomunicaciones, no deberán ser perturbados. Tampoco deberá ser

alterado el funcionamiento del convertidor estático por la acción de los campos electromagnéticos existentes en los coches o en las instalaciones fijas.

Características de los Materiales

Todos los componentes que deban ser desmontados por avería, o revisados por mantenimiento, estarán dispuestos de modo que sean perfectamente accesibles, sin necesidad de realizar desmontajes previos, adoptándose un sistema modular.

Protecciones y Seguridades

El sistema contará con los órganos de medida y de protección suficientes para asegurar el buen funcionamiento del equipo y facilitar su mantenimiento.

Las protecciones estarán constituidas por detectores electrónicos con aislamiento galvánico entre los circuitos de alta y baja tensión. Además, se incluirá protección basada en fusibles para el circuito de entrada. Estos fusibles proporcionarán una protección adicional, debiendo ser de fusión silenciosa sin huella exterior y de adecuada velocidad de fusión.

El convertidor deberá estar equipado, como mínimo, con los siguientes sistemas de seguridad y protección:

- Aislamiento galvánico de las líneas de salida respecto a los circuitos de alta tensión del convertidor.
- Protección contra sobrecargas en las líneas de salida. En este caso el convertidor deberá pararse durante un segundo para permitir a los diferentes circuitos regresar a sus condiciones normales de funcionamiento. Transcurrido este tiempo, arrancará nuevamente. Si el cortocircuito ha desaparecido, el convertidor seguirá funcionando normalmente, en caso contrario, se volverá a parar durante un segundo y, posteriormente, arrancará. Sin embargo, si persiste el cortocircuito en el siguiente intento de arranque, el convertidor se parará definitivamente (máximo tres intentos de arranque). Lo mismo debe ocurrir en el caso de avería.
- Protecciones contra fallas del sistema de enfriamiento o temperaturas elevadas.
- Fusible de protección.
- Protecciones internas para sobrecorrientes y sobrevoltajes en los semiconductores de potencia.

En todos los casos, el primer nivel de protección contra los defectos será asegurado por los circuitos electrónicos, los cuales actuarán sobre el mando de la potencia o el corte de la alimentación de la alta tensión.

1.11.2 Montaje, Construcción y Señalización

Los cofres de los convertidores se realizarán mediante bastidores de sustentación, los cuales estarán conectados a los bastidores de los coches. Serán robustos, ligeros, resistentes a las tensiones mecánicas, estáticas y dinámicas previstas y, además, totalmente herméticos al polvo y al agua.

Sus puertas y cerraduras deberán ser fáciles de maniobrar, provistas de juntas de estanqueidad e indicadores de cerrado y abierto, respectivamente. Las puertas deben permitir total acceso a los componentes, para su montaje y reemplazo, por los costados del coche.

Tendrán un sistema de protección que permita al personal de mantenimiento conectar a tierra los circuitos de alta tensión mediante una secuencia de llaves o con un sistema de mayor avance tecnológico.

En general, todos los cajones conteniendo alta tensión estarán protegidos de esta forma.

La intemperie y las condiciones de servicio a que se verán sometidos los convertidores no les deberán ocasionar perturbación alguna en su funcionamiento, ni fatiga anormal en sus piezas y/o componentes.

Electrónica de Control

Sería deseable que la lógica de control del convertidor estuviese basada en un microprocesador con un sistema de autodiagnóstico y estará concebida para que, por medio de un equipo portátil, se pueda verificar su funcionamiento total y localizar todas las averías del mismo. Además, debería incluir una memoria para almacenamiento de datos y disponer de un sistema de comunicación por medio del cual se informe a otros sistemas del tren sobre su comportamiento. La transferencia de datos se debería efectuar también por medio del equipo portátil citado, el cual deberá ser incluido en el suministro.

Todos los componentes pertenecientes a circuitos electrónicos deberán responder a las especificaciones UIC, CEI y/o normas internacionales equivalentes.

1.12 Baterías

En cada tren se deberá instalar bancos de baterías, en cantidad acorde a la formación propuesta, formados por celdas recargables de níquel-cadmio conectadas en serie. 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, que alimentará la entrada del cargador de baterías.

Las tensiones, corrientes y régimen de carga de la batería se establecerán basándose en las características del tipo de batería.

En el caso que los convertidores no suministren energía eléctrica al banco de baterías, y suponiendo que el estado de carga de dicho banco sea de 3/4 de su capacidad nominal, éste deberá permitir alimentar al control del tren y al alumbrado de emergencia durante 45 minutos como mínimo, y 01 hora, todos los equipos de freno y comunicación.

Sobre la cubierta de la celda se señalará:

El signo de las polaridades: (+) y (-).

En cada borne, una pieza de color convencional que señala la polaridad del borne: negro para el borne negativo y rojo para el borne positivo.

Estas indicaciones deben ser claras, legibles, durables y estar marcadas en relieve.

Los elementos serán recargables y totalmente intercambiables.

El banco de baterías se debe ubicar en un chasis portaceldas, el cual es un conjunto metálico que permite colocar varios acumuladores para asegurar su protección,

fijación y mantenimiento. Además, este último deberá tener un sistema que permita su deslizamiento hacia el exterior del carro para su inspección o cambio.

El chasis estará protegido contra la corrosión del electrólito y permitirá el cambio fácil de una o varias celdas. Además, incluirá los conectores para alimentar los circuitos del tren. La caja de baterías será en acero y montado en corredera.

Las agarraderas o platinas de manipulación deberán fijarse sólidamente, para evitar que los tornillos, tuercas u otros elementos hagan saliente en el interior de la caja.

La batería estará perfectamente aislada del chasis y situada de tal forma que tenga una ventilación adecuada para evitar la acumulación de los gases.

Los accesorios de los bancos de baterías permitirán el correcto funcionamiento de estos elementos, bajo las condiciones de operación y de vibraciones establecidas en esta especificación.

1.13 Sistema de Control y Mando del Tren

Los servicios principales que ofrece son, entre otros: el control de la tracción y del coche (puertas, luces etc.), y la centralización de la gestión y supervisión de todos los dispositivos auxiliares del tren.

1.14 Sistema de Comunicación

Las funciones que deberá realizar este sistema se listan a continuación:

- Aviso de cierre de puertas (comunicación visual y sonora).
- Comunicación del interior de los coches a la cabina.
- Comunicación entre cabinas.
- Comunicación de las cabinas a los salones de pasajeros.

1.15 Radiotelefonía

Los trenes estarán equipados con un equipo transmisor-receptor de radio TETRA (Terrestrial Trunked Radio) ubicado en la cabina de guía, así como con sus accesorios, incluyendo su antena en el techo de la cabina.

Los Equipos serán de igual marca y características técnicas que los instalados en los trenes existentes modificados (MDT-400, de Teltronic). El CONCEDENTE entregará al CONCESIONARIO equipos de radio TETRA para nueve (09) trenes (02 equipos por cada tren, más 01 equipo de reserva), cuyas instalaciones y pruebas estarán a cargo del CONCESIONARIO cuando disponga del Material Rodante Adquirido debiendo el CONCESIONARIO completar el suministro, instalación y pruebas de los restantes.

La potencia máxima en emisión será como mínimo de 10 W que podrá ajustarse fácilmente sobre el tren al valor idóneo para operar en condiciones reales de servicio en la línea.

1.16 Sistema de Modos de Conducción

El tren tendrá dos (2) modalidades de conducción: Manual y Manual con Protección ATP (Automatic Train Protection). El equipo ATP será suministrado como parte del Sistema de Señalización de Vía. Los equipos serán de igual marca y características técnicas que los instalados en los trenes existentes modificados (CityFlo 350 de Bombardier). El CONCEDENTE entregará al CONCESIONARIO equipos de

protección ATP para nueve (09) trenes (02 equipos por cada tren, más un equipo de reserva) cuyas instalaciones y pruebas estarán a cargo del CONCESIONARIO cuando disponga del Material Rodante Adquirido debiendo el CONCESIONARIO completar el suministro, instalación y pruebas de los restantes. La infraestructura del coche deberá estar preparada, tanto en ubicación como en canalizaciones, para admitir el equipo de ATP. Se utilizará canalizaciones exclusivas para este sistema. La llave de selección de conducción deberá ser de construcción robusta y de seguridad intrínseca.

1.17 Caja Negra

Los trenes deberán contar con un dispositivo que permita detectar, medir, registrar, procesar, mostrar y transmitir parámetros relacionados con el funcionamiento de sus equipos, los cuales permitirán conocer el comportamiento general del tren, así como el de sus principales sistemas, y, en caso de incidentes, realizar un deslinde de responsabilidades. La caja negra deberá contar con un puerto de comunicación a través del cual sea posible conectar al equipo un sistema de cómputo para programarla y extraer la información.

Este equipamiento formará parte del suministro e instalación del ATP de abordo, que se instalará posteriormente en los trenes.

1.18 Pruebas de Puesta en Marcha

1.18.1 Pruebas de Puesta en Marcha

La puesta en marcha se refiere a todas las acciones y pruebas que se realizarán para poner en servicio la línea, una vez que hayan sido instalados los equipos y/o sistemas.

Las pruebas en cuestión comprenderán, por lo menos y no necesariamente en este orden: pruebas de funcionamiento, operativas y de marcha en vacío.

Pruebas de Funcionamiento

- Pruebas en vacío, sin carga, de todos y cada uno de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas con carga de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos, excepto la circulación de los trenes.
- Pruebas del gálibo de las instalaciones con respecto a los trenes.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos incluyendo la circulación de los trenes.

Durante el desarrollo de estas pruebas se realizará todos los ajustes que resulten necesarios.

Pruebas Operativas

Éstas se realizarán para verificar y ajustar el sistema completo a los parámetros operativos establecidos e incluyen, por lo menos, los siguientes aspectos:

- Intervalo mínimo posible de separación entre trenes.
- Tiempos de recorrido entre estaciones y el de una vuelta completa.
- Tiempos de parada en estaciones y terminales.
- Velocidad máxima y comercial.
- Marcha tipo.

- Modos de conducción.
- Señalización de espaciamiento y de maniobra.
- Mando y control del tráfico y de los equipos.
- Telecomunicaciones.
- Interferencias Electromagnéticas e inmunidad de los componentes del sistema
- Distancias y curvas de frenado

Pruebas de Marcha en Vacío

La marcha en vacío involucra la operación, sin pasajeros, de toda la línea para:
- Probar los equipos en condiciones muy cercanas a las reales para efectuar los últimos ajustes.
- Completar el entrenamiento del personal en el manejo de los nuevos equipos.

Los procedimientos y/o los protocolos de las pruebas aquí mencionadas y otras que resulten necesarias serán formulados por el CONCESIONARIO de acuerdo a prácticas y normas comunes para pruebas de equipos y sistemas ferroviarios o de Metro y sometidos a la aprobación del CONCEDENTE.

Los costos resultantes de la realización de todas las pruebas estarán a cargo del suministrador del Material Rodante, que someterá a la aprobación del CONCEDENTE con anticipación, la realización de cada prueba, el programa y protocolos de pruebas de todos y cada uno de los equipos y/o sistemas.

1.19 Documentación

Se deberá entregar toda la documentación de operación y mantenimiento.

1.19.1 Documentación del Estudio

A título indicativo y no limitativo esta documentación debe incluir:
- Descripción técnica y un listado de todos los componentes del equipo (hardware y software), en la cual se pueda identificar cualquier repuesto y/o programa que sea necesario en el futuro. En los listados de componentes deberán constar las especificaciones, el código del fabricante y el código del componente en el mercado.
- Esquemas de principios de ejecución.
- Documentos de los parámetros utilizados, etcétera.
- Planos de cableado.
- Planos de circuitos impresos.

1.19.2 Documentación de Operación y Mantenimiento

Esta documentación será presentada en soporte resistente y de fácil utilización, a más tardar treinta (30) Días Calendario antes del inicio de la Puesta en Operación Comercial. De una forma general y hasta el final del período de garantía, el Concesionario deberá cumplir con la actualización de toda la documentación contractual suministrada.

La documentación comprende preferentemente de:
- Manuales de operación.

- Manuales que incluyan instructivos de funcionamiento y de montaje de equipos y sistemas, y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Un manual que defina toda la planificación del mantenimiento preventivo, incluyendo un listado de trabajos necesarios para la correcta conservación del equipo, para cada uno de los cuales se deberá especificar los siguientes datos:
- Periodicidad con la cual deberán realizarse estos trabajos, ya sea en kilómetros recorridos, en horas de servicio, en número de movimientos o, de preferencia, en tiempo calendario.
  Descripción detallada del método manual que deberá seguirse para la correcta ejecución de los trabajos, de ser posible con una estimación del tiempo necesario.
  Especificación técnica de los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos, haciendo una especial mención de las herramientas y/o equipos de fabricación especial.
- Manuales que definan los procedimientos de diagnóstico, detección y corrección de fallas y averías, además de las reparaciones (descripción de las fallas más probables, de sus efectos, de su detección, maniobras a efectuar, reparación propiamente dicha, en tres ejemplares).
- Manuales que incluyan instructivos de principios de funcionamiento, de operación y montaje de equipos y sistemas y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Catálogos de conjuntos, subconjuntos y partes hasta nivel de componente del total de los suministros, con los datos necesarios y suficientes para la adquisición, fabricación y montaje de cada pieza en el mercado nacional o internacional. Estos catálogos contendrán los números de referencia e información de los fabricantes originales y dibujos «explosionados» de los conjuntos y subconjuntos.
- Juego de planos detallados de circuitos eléctricos y electrónicos de módulos, equipos, sistemas y subsistemas, indicando la interconexión de todos los elementos. Se indicará asimismo los valores de corriente y tensión, formas de onda y denominación de componentes eléctricos y electrónicos.
- Un conjunto de copias maestras y documentos originales de muy buena calidad, de la siguiente información:
  Manual de programación
  Manual de comunicación de datos
  Guía para la corrección de problemas
  Descripción de circuitos
  Descripción del sistema
  Descripción del *software*
  Manual de utilización del *software*
  Cartilla de prueba de operación del sistema (este documento podrá incorporar comentarios de la AATE que deberán ser considerados durante la aceptación definitiva del sistema)

Toda esta información deberá ser suministrada, también, en soporte digital.

1.19.3 Generalidades Sobre La Documentación

Se deberá entregar toda la documentación y los planos en idioma castellano. Los planos serán entregados en tamaños normalizados según normas ISO. También se entregarán en medio digital, preferentemente en la última versión de Inventor, solid Work o similar.

El texto y los cuadros se editarán en las últimas versiones de los programas Word y/o Excel de Microsoft.

Las unidades serán expresadas en el sistema métrico decimal.

ANEXO 7: NIVELES DE SERVICIO

INTRODUCCIÓN

SECCIÓN 1: PRESTACIÓN DEL SERVICIO

1.1. PRINCIPIOS GENERALES

1.2. NIVELES DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO

- Intervalos entre trenes
- Parámetros de Calidad
- Atención al Usuario
- Seguridad en la Prestación del Servicio

1.3. PLAN DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO

1.4. PROGRAMA DE SUPERVISIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO

- Programa de Evaluación de Niveles de Prestación de Servicio
- Evaluaciones y penalidades

SECCIÓN 2: CONSERVACIÓN

2.1 PRINCIPIOS GENERALES

2.2 NIVELES DE SERVICIO DE CONSERVACIÓN

2.3 PROCEDIMIENTOS GENERALES DE LA CONSERVACIÓN

- Plan de Conservación
- Plan de Limpieza
- Etapa de Ejecución de Obras

2.4 PROGRAMA DE SUPERVISIÓN DE LOS DE NIVELES DE SERVICIO DE CONSERVACIÓN

- Programa de Evaluación de Niveles de Servicio de Conservación
- Incumplimientos y Penalidades

Apéndice 1 - CRITERIOS PARA LA LIMPIEZA DE ESTACIONES DE PASAJEROS, SUBESTACIONES, VIADUCTO Y DEMÁS DEPENDENCIAS

Apéndice 2 - CRITERIOS PARA LA LIMPIEZA DEL MATERIAL RODANTE

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
JOSEFINA OLAECHEA F.
ASESORA LEGAL
ProInversión

JEFE DE PROYECTOS
ProInversión

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 penalizaciones asociadas a partir de la Toma de Posesión y durante el Plazo de la Concesión.

Este apartado tiene como finalidad asegurar la calidad, seguridad, regularidad, capacidad y confort del 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.

SECCIÓN 1: PRESTACIÓN DEL SERVICIO

1.1 PRINCIPIOS GENERALES

1.1.1 La prestación del servicio deberá llevarse a cabo en las condiciones que permitan dar un servicio de calidad a los ciudadanos, garantizando la seguridad de las personas y de las instalaciones.

1.1.2 La prestación del servicio deberá realizarse respetando los estándares internacionales de operación, seguridad y calidad de sistemas ferroviarios.

1.1.3 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 Aplicablestenga una obligación referida a seguridad más exigente que alguna de las previstas a continuación, prevalecerá lo establecido en los reglamentos o Leyes Aplicables.

1.2 NIVELES DE PRESTACION DEL SERVICIO

1.2.1 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 los estándares internacionales de operación, seguridad y calidad propuestos por el CONCESIONARIO.

1.2.2 Los estándares de operación, seguridad y calidad propuestos deberán ser entregados al CONCEDENTE y al REGULADOR para su aprobación, a más tardar treinta (30) días calendario antes de la entrega del Plan de Prestación del Servicio.

1.2.3 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 acordados.

1.2.4 El CONCESIONARIO deberá elaborar un plan de prestación del servicio (el "Plan de Prestación del Servicio") que comprende todas las actividades requeridas para la correcta ejecución del servicio considerando los Km garantizados y adicionales.

1.2.5 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.

1.2.6 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 entrega del sistema, la certificación de cumplimiento de la norma ISO 9001 para las actividades de operación, expedida por una entidad debidamente autorizada para el efecto.

1.2.7 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 y los kilómetros-tren realizados conteniendo además los problemas operacionales presentados 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 10:00 a.m al REGULADOR. Excepcionalmente, el Regulador podrá solicitar al CONCESIONARIO reportes adicionales que deberán ser atendidos en el día solicitado.

1.2.8 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 (7) días calendario de cada mes, el mismo que contendrá como mínimo: Km garantizados y adicionales recorridos, indicadores de operación (disponibilidad y regularidad), nivel de fraude, nivel de limpieza, estadística de accidentes, y la incidencia de todas las averías producidas en el material rodante, equipamiento, vía férrea u otras instalaciones, que ocasionen atrasos iguales o mayores a tres (3) minutos en la explotación, medidos en las estaciones terminales y/o una estación intermedia.

1.2.9 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.

1.2.10 El REGULADOR inspeccionará, supervisará y controlará el cumplimiento de 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.

Intervalos entre trenes y otros

1.2.11 A partir de la Puesta en Operación Comercial del Servicio, el CONCESIONARIO deberá iniciar la prestación del Servicio, correspondiente a los Kilómetros Garantizados, todos los días a las 6:00 horas y culminar a las 22:00 horas, respetando los intervalos de paso establecidos para cada periodo, horario en horas punta y horas valle, tanto para días laborables como para días festivos, establecidos según lo acordado periódicamente con el CONCEDENTE y teniendo en cuenta el Material Rodante disponible. La operación estará sujeta a los Niveles de Servicio en base a las tablas que se indican a continuación. El CONCEDENTE, a través de la AATE, podrá modificar estos intervalos de paso y el horario de operación respetando los Kilómetros Garantizados

anuales. El horario antes mencionado implica la prestación efectiva del servicio para lo cual el CONCESIONARIO se asegurará a través de una adecuada programación y distribución del material rodante, que el/los primer/os tren/es empiece/n a operar a partir de las 06:00 a.m. y el/los último/s tren/es a las 22:00 p.m.

1.2.12 Los Kilómetros Garantizados de forma anual para la operación del tramo Villa El Salvador – Av. Grau cuando no esté operativo el tramo hasta San Juan de Lurigancho es de **1.670.873 Km**, desde el momento que se disponga de toda la flota necesaria de dieciséis (16) trenes para cumplir los Niveles de Servicio. Los tiempos máximos de provisión del material rodante adicional hasta dieciséis (16) trenes se ha establecido en el cuerpo del Contrato de Concesión.

1.2.13 Los Kilómetros Garantizados de forma anual para la operación del tramo Villa El Salvador – San Juan de Lurigancho cuando esté operativo éste tramo, es de **2.603.453 Km**. Para ello el Concesionario deberá disponer de toda la flota necesaria de veinticuatro (24) trenes para cumplir los Niveles de Servicio desde el momento de la entrega del tramo extendido.

1.2.14 Inicialmente, con la flota de cinco (05) trenes que se pondrá a disposición del CONCESIONARIO, no se podrán alcanzar los Niveles de Servicio esperados. La flota total, estará compuesta por trenes operativos y trenes de retén en el sistema. Al Inicio de la Explotación, los Niveles de Servicio estarán sujetos a la disponibilidad de Material Rodante Existente y el Material Rodante Adquirido que progresivamente incorporará el CONCESIONARIO atendiendo a los tiempos máximos de provisión y aquellos definidos en la oferta del CONCESIONARIO.

Los Kilómetros Garantizados de forma anual para la operación del tramo Villa El Salvador – Av. Grau desde el inicio de la Puesta en Operación Comercial del Servicio incluyendo la entrega progresiva del Material Rodante Adquirido hasta completar la flota de dieciséis (16) trenes para el Tramo 1 (Villa El Salvador - Av. Grau), se calcularán en función a la siguiente tabla:

OPERACIONES EN EL PRIMER TRAMO
VILLA EL SALVADOR - AV-GRAU

Trenes	Intervalo de Paso (min)	Kilómetros Recorridos
5	16	812.539
6	13	1.000.879
7	11	1.275.326
8	10	1.386.691
9	8	1.508.494
10	8	1.567.673
11	7	1.598.633
12	6	1.626.905
13	6	1.655.178
14	6	1.670.873
15	0	0
16	0	0

ASESORÍA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
JOSELYN GLAECHEA F.
ASESORA LEGAL
Proinversión

JEFE DE PROYECTO
Proinversión

OPERACIONES EN EL PRIMER Y SEGUNDO TRAMO VILLA EL SALVADOR - SJL

Trenes	Intervalo de Paso (min)	Kilómetros Recorridos
24	6	2.603.453

Al culminar la entrega total de los 11 trenes para el Tramo 1, el Concesionario deberá mantener en operación 14 trenes y 02 trenes de retén, asimismo para el Tramo 2 deberá mantener en operación veintidós (22) trenes y dos (02) trenes de retén para cuyos efectos han sido calculados los Niveles de Servicio y los PKT correspondientes de acuerdo a la tabla antes indicada. Los Niveles de Servicio alcanzables por el Concesionario estarán determinados en función a la flota de trenes disponibles y al intervalo de paso que se alcance tomando como referencia la tabla anterior para cada escenario.

Para tal fin, antes del inicio de la Explotación, el CONCESIONARIO elaborará e incluirá en el POA respectivo, el programa de servicio considerando los PKTs resultantes tanto de la operación con los 05 trenes existentes como de las entregas progresivas calendarizadas de los 11 trenes que forman parte del Material Rodante Adquirido para el tramo 1. El CONCEDENTE evaluará y aprobará dicha programación con los PKTs y los Niveles de Servicio resultantes antes del inicio de la explotación. Debido a la cantidad mínima de trenes con que se iniciará la explotación del sistema y el incremento en los intervalos de paso y el impacto en los Niveles de Servicio, El CONCEDENTE evaluará la explotación del sistema con la totalidad de Material Rodante disponible tanto en hora punta y valle. A través de éste programa, el CONCESIONARIO ofrecerá un Servicio lo más próximo posible a los niveles expresados en las siguientes tablas. El programa de operación durante este período estará validado por el CONCEDENTE quién aprobará los Kilómetros Garantizados anuales.

1.2.15 Los días laborables comprenderán de lunes a viernes sin contar aquellos que sean considerados días feriados.

1.2.16 En los días laborables el CONCESIONARIO deberá ofrecer el servicio respetando las indicaciones del CONCEDENTE o en su defecto teniendo en cuenta la siguiente malla horaria referencial ajustando los intervalos de paso a los que puedan alcanzarse con los trenes en operación de acuerdo a la tabla descrita en el numeral 1.2.14 del presente anexo:

Periodo	Intervalo de paso con flota completa (minutos)
6 a 7	12
7 a 8	12
8 a 9	6
9 a 10	6
10 a 11	6
11 a 12	6
12 a 13	6
13 a 14	10
14 a 15	10

15 a 16	10
16 a 17	10
17 a 18	10
18 a 19	10
19 a 20	10
20 a 21	12
21 a 22	12

1.2.17 En los días sábados, domingos y feriados el CONCESIONARIO deberá ofrecer el servicio respetando las indicaciones del CONCEDENTE o en su defecto teniendo en cuenta la siguiente malla horaria referencial ajustando los intervalos de paso a los que puedan alcanzarse con los trenes en operación de acuerdo a la tabla descrita en el numeral 1.2.14 del presente anexo:

Periodo	Intervalo de paso con flota completa (minutos)
6 a 7	12
7 a 8	10
8 a 9	10
9 a 10	10
10 a 11	8
11 a 12	8
12 a 13	8
13 a 14	8
14 a 15	8
15 a 16	8
16 a 17	8
17 a 18	10
18 a 19	10
19 a 20	10
20 a 21	12
21 a 22	12

1.2.18 El CONCEDENTE podrá variar siempre estos Niveles de Servicio, con la posibilidad de cambiar, reducir o ampliar el horario referencial de 6h a 22h de servicio, respetando en todo momento el número de Kilómetros Garantizados de forma anual.

El CONCESIONARIO deberá operar estos servicios con la flota propia disponible exigida, siempre con un mínimo de cinco (05) coches por tren, asegurando en el diseño del Material Rodante una calidad de confort de 6 pasajeros de pie por m2. El CONCESIONARIO podrá proponer una reducción del número de coches por tren en caso que la demanda sea muy inferior a la prevista. Propuestas de cambios en la configuración de trenes, o en otros aspectos de los Niveles de Servicio o de la operación, deberán ser previamente analizadas por el CONCEDENTE y el REGULADOR quienes podrán aprobarlos o rechazarlos.

En el caso que la demanda supere las estimaciones previstas, el primer paso a evaluar por el CONCEDENTE, Regulador y CONCESIONARIO será el incremento en la longitud y capacidad del tren de 05 coches a 06 coches (máxima longitud del tren para ser albergado por las plataformas o andenes existentes), en segundo lugar si la demanda excede la capacidad instalada del Concesionario, se evaluará el incremento de flota de trenes cuyos intervalos de paso se reducirían a menos de 06 minutos

dependiendo del nivel de demanda registrada. Si cualquier de estas alternativas requiriese de Inversiones Adicionales, estas deberán ser evaluadas, autorizadas y aprobadas por el CONCEDENTE previa opinión del Regulador.

1.2.19 El CONCESIONARIO deberá operar servicios adicionales bajo la solicitud del CONCEDENTE correspondientes a Kilómetros Adicionales. Los servicios adicionales 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 adicionales.

1.2.20 La velocidad comercial no deberá ser inferior a 35 Km/h, entendiéndose la velocidad comercial como la resultante de dividir la longitud efectiva entre ejes de las estaciones terminales (Villa El Salvador y Av. Grau inicialmente y Villa El Salvador y San Juan de Lurigancho posteriormente), entre el tiempo total de recorrido entre las mismas, incluyendo los tiempos de parada en cada estación.

1.2.21 El CONCESIONARIO deberá ofrecer el servicio sin presentar suspensiones en la prestación del servicio. 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.

1.2.22 El CONCESIONARIO deberá ofrecer el servicio de regularidad y continuidad, cumpliendo fielmente lo indicado en su horario de trenes y en su R.O.I.

1.2.23 En ningún caso el CONCESIONARIO podrá exceder los siguientes parámetros en materia de ruido:

- El nivel de ruido continuo equivalente, durante el tiempo de paso de un tren que circula en condiciones de campo libre, medido a 7,5 m del eje de la vía, según define la norma NFS 31-019, no excederá los 80 dBA a una velocidad estabilizada de 60 Km/h ± 5% para coches nuevos y 90 dBA para coches repotenciados. El valor expresado responderá a la medición realizada según ISO 3095 o equivalente.

- El nivel de ruido continuo al interior de los trenes deberá ser inferior a 74 dBA, en coches nuevos y 80 dBA en coches repotenciados en las condiciones normales de servicio. El valor expresado responderá a la medición realizada según ISO 3381 o equivalente.

Atención al usuario

1.2.24 El CONCESIONARIO deberá tener como mínimo un centro de información y atención al usuario además de los respectivos buzones para reclamos y sugerencias en las estaciones de mayor demanda del sistema, cuya correspondencia será remitida diariamente a la oficina de atención al usuario.

1.2.25 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 taquillas y la administración

de los pases libres, el Concesionario deberá asignar el personal y el equipamiento necesario en cada estación.

1.2.26 El CONCESIONARIO deberá elaborar y publicar en internet un sitio web que contenga como mínimo información actualizada mensualmente sobre la prestación del servicio, horarios, promociones, medidas de seguridad y boletines informativos, así como la posibilidad de enviar reclamos y sugerencias de los usuarios a la oficina de atención al usuario. El sitio web publicado en internet deberá cumplir sus funciones a partir del inicio de la explotación.

1.2.27 El CONCESIONARIO deberá tener una oficina de atención al Usuario para centralizar los reclamos y sugerencias que estos hayan depositado en los buzones 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.

1.2.28 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.

1.2.29 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.

1.2.30 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) será definido por el CONCESIONARIO 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.

1.2.31 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 al usuario

1.2.32 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.

1.2.33 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.

1.2.34 En caso de actividades de mantenimiento y reparaciones en el sistema 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.

1.2.35 El CONCESIONARIO deberá mantener y explotar el sistema de megafonía provisto y actualizarlo en caso que sea necesario, con el objetivo de informar a los usuarios de la llegada y salida de trenes y avisos sobre los servicios.

1.2.36 A su vez el CONCESIONARIO es responsable de la instalación de un sistema de paneles (televisores y/o LEDs) 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.)

1.2.37 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

1.2.38 El CONCESIONARIO deberá adoptar un método estructurado y sistemático que garantice que las condiciones potencialmente inseguras sean identificadas antes que se manifiesten.

1.2.39 Todos los procedimientos de seguridad de la operación 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.

1.2.40 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.

1.2.41 El CONCESIONARIO es responsable de la dirección y realización de todas las operaciones de evacuación de pasajeros y atenderá cualquier situación de emergencia.

1.2.42 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.

1.2.43 Para tal fin, El CONCESIONARIO deberá proveer a su costo, un equipo de vigilantes que actuará 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.

1.2.44 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.

1.2.45 En cada estación, el CONCESIONARIO deberá disponer se ubiquen cuando menos 2 vigilantes durante las 24h. 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.

1.2.46 El CONCESIONARIO será el único responsable de la recaudación, movimiento, contabilización, y traslado del dinero recaudado, así como de la custodia del mismo.

1.2.47 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 ni fraudes en el sistema de venta y control

1.2.48 El CONCEDENTE deberá brindar el apoyo necesario para que las coordinaciones con la Policía Nacional permitan brindar apoyo al CONCESIONARIO a la brevedad.

1.2.49 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 la Puesta en Operación Comercial.

1.2.50 El CONCESIONARIO deberá contar con un Plan de Seguridad 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.

1.2.51 El Plan de Seguridad deberá presentarse con una anticipación no menor de noventa (90) Días Calendario antes del inicio de la Explotación, 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.

1.2.52 El Plan de Seguridad deberá contemplar cuando menos:

- Descripción general
- Clasificación de amenazas y riesgos
- Personal dedicado a la vigilancia
- Procedimientos y normas internas

1.2.53 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
- 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
- Vehículos
- Peatones
- Procedimiento de seguridad en explotación
- Procedimiento de seguridad en intervenciones y mantenimiento
- Programación de la formación de este personal
- Propuesta de mecanismos de certificación del personal

1.2.54 El Plan de Seguridad Operacional deberá presentarse al CONCEDENTE con una anticipación no menor de noventa (90) días calendario antes del inicio de la Puesta en Operación Comercial

1.2.55 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 operativo

Estos planes deberán presentarse con una anticipación no menor de noventa (90) Días Calendario antes del inicio de la Explotación y deberán contar con la conformidad del CONCEDENTE.

1.2.56 Los planes de contingencias, Plan de Seguridad 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.

1.2.57 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.

1.2.58 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

1.3 PLAN DE PRESTACION

Plan de prestación del servicio

1.3.1 A más tardar a los sesenta (60) Días Calendario antes del inicio de la Explotación y dentro del mes de enero de cada año, el CONCESIONARIO

someterá a consideración del CONCEDENTE y del Regulador el "Plan de Prestación del Servicio" del correspondiente periodo anual, para su aprobación por parte del Regulador.

1.3.2 El plan de prestación del servicio estará debidamente justificado en sus aspectos técnicos, indicando los estándares internacionales de operación considerados y las políticas aplicadas para la toma de decisiones.

1.3.3 El Plan de Prestación del servicio deberá contener la programación y horarios de trenes, tiempos totales de servicios, Km garantizados y adicionales programados. 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.

1.4 PROGRAMA DE SUPERVISION DE LOS NIVELES DE SERVICIO

Programa de Evaluación de los niveles de prestación del servicio

1.4.1 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.

1.4.2 Los objetivos específicos del Programa de Evaluación de la Gestión de Prestación del Servicio son: (a) verificar el cumplimiento del Plan de Prestación del Servicio programado; (b) identificar incumplimiento de la prestación del servicio; (c) verificar la correcta y oportuna subsanación de los incumplimientos del servicio.

1.4.3 El CONCESIONARIO deberá presentar mensualmente al Regulador toda la información relativa al "Programa de Evaluación de Niveles de Prestación del 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.

1.4.4 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:

- Disponibilidad del servicio (Ds): Indica el porcentaje de tiempo de servicio efectivamente prestado respecto al tiempo de servicio programado. Tiene en cuenta el tiempo de servicio de todos los trenes prestados y programados. Se calculará por medias móviles de dos (02)

meses. Para el pago trimestral se realizará una media de los tres meses correspondientes a la liquidación.

- Tiempo de Servicio Programado: Es el tiempo total (en horas/min) que, según los términos contractuales, el sistema está programado para proporcionar el servicio a los pasajeros, en régimen de explotación normal. Se calcula como la diferencia entre la hora programada del final del servicio del último tren en explotación y la hora de programa de inicio de explotación.
- Tiempo de Servicio Efectivo: tiempo total (en horas/min) resultante de la diferencia entre el tiempo de servicio programado y la suma de los tiempos reglamentarios en horas de cada una de las interrupciones del servicio, que suceden durante el periodo de explotación normal, ocasionadas por las instalaciones fijas y sistemas de explotación. Los tiempos reglamentarios de interrupción del servicio incluyen todo el tiempo contabilizados desde el inicio de la interrupción hasta que todos los trenes parados en la vía arranquen nuevamente y se restablezca la operación normal.

  Ds = tiempo servicio efectivo / tiempo servicio programado.

  Valor mínimo = 0.95%
  Si Ds entre 1 y 0,95% Ds' = 1
  Si Ds < 0,95 Ds' = Ds + 0,05

- Regularidad (1-Rs): Indica el porcentaje de puntualidad del servicio prestado respecto al programado. Tiene en cuenta los retrasos/avances sobre el programa en cabeceras y una estación intermedia para el servicio prestado por todos los trenes. No se tendrán en cuenta los retrasos y los tiempos en caso de un servicio interrumpido por averías que no haya podido finalizar. Se calculará por medias móviles de dos (2) meses. Para el pago trimestral se realizará una media de los tres meses correspondientes a la liquidación.

  $$\text{Varianza } (Rs^2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (\text{horario efectivo} - \text{horario programado})^2$$

  $$Rs = \sqrt{Rs^2} \ / \ (\text{tiempo total del viaje})$$

  n = nº de intervalos medidos (3 por viaje por los viajes realizados)
  horario efectivo = valor del tiempo de salida en estación efectivo
  horario programado = valor del tiempo de salida en estación programado

  Si Rs entre 0 y 0,15% Rs' = 1
  Si Rs > 0,15% Rs' = 1-Rs + 0,15%

- Limpieza (L): Indica el nivel de limpieza ofrecido en estaciones y trenes. Es una medida sujeta a valoración de forma semanal. La valoración se llevará a cabo a partir de los procedimientos propuestos por el CONCESIONARIO y aprobados por el CONCEDENTE teniendo en cuento los aspectos definidos en el Apéndice 1 y Apéndice 2 de este Anexo. Para el pago trimestral se realizará una media de los tres meses correspondientes a la liquidación.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
JOSELYN OLAECHEA F.
ASESORA LEGAL
ProInversión

JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ProInversión

L = 0,5 L1 + 0,5 L2

Donde

L1 – limpieza de las estaciones
L2 – Limpieza de material rodante

L1 igual 0 si 70% o más de elementos sucios
L1 igual 0,33 si entre 50% y 70% de elementos sucios
L1 igual 0,66 si entre 25% y 50% de elementos sucios
L1 igual 1 si entre 0% y 25% de elementos sucios

Y

L2 igual 0 si 70% o más de elementos sucios
L2 igual 0,33 si entre 50% y 70% de elementos sucios
L2 igual 0,66 si entre 25% y 50% de elementos sucios
L2 igual 1 si entre 0% y 25% de elementos sucios

La medición de los Niveles de Servicio asociados a la limpieza se realizará descomponiendo unitariamente los elementos que conforman tanto las estaciones como los trenes en servicio y reserva. En cada estación y cada coche, se identificarán los componentes asociados a la calidad del servicio (paredes interiores y exteriores, pisos, techos, iluminación, ventanas, puertas, mostradores, carrocerías interiores y exteriores, accesos, jardines, andenes, señalética, etc.), evaluándose su apariencia física y funcionalidad. La ponderación de todos estos componentes determinará la cantidad de elementos sucios en el sistema (estaciones y material rodante juntos) fijándose éste valor en el rango porcentual antes definido aplicándose la penalidad correspondiente.

- Fraude (Fs): 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, Fs 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.

  Fs = Fraude Previsto (Fp) / Fraude Detectado(Fd)
  Donde

  Fraude Previsto (Fp) = Nivel de Fraude de referencia que para el presente Contrato se ha estimado en 8% y podrá ser ajustado por el CONCEDENTE finalizado el primer año de prestación del Servicio y revisado durante la vigencia de la Concesión.

ASESORA LEGAL
JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS

Fraude Detectado (Fd) = Nivel de Fraude que se medirá a lo largo de la Concesión. Se calculará por medias móviles de tres (03) meses a partir de mediciones semanales.

Valor mínimo Fs = 0,95
Valor máximo Fs = 1,00

Si Fs < 0,95	Fs'= 0,95
Si Fs > 1,00	Fs'= 1,00
Si 0.95 ≤ Fs ≤ 1,00	Fs'= Fs

Evaluaciones y penalidades

1.4.5 El Regulador aplicará mensualmente, en base a los parámetros de calidad señalados anteriormente, un factor de penalización (FP) por la calidad de servicio ofrecido que será aplicado como un porcentaje a deducir de los ingresos integrantes de la retribución trimestral. La aplicación de este factor permitirá calcular el total de la retribución trimestral.

De acuerdo a lo anterior, es de indicar que el cálculo de las penalidades será efectuado mensualmente, siendo que la aplicación del descuento es de periodicidad trimestral.

- Factor de Penalización (FP) (0.855≤FP≤1.00)

  FP = FC * Fs'

  FC = Factor de calidad de servicio referente a la Disponibilidad de Servicio, Regularidad y Limpieza

  FC = 0,4 * Ds' + 0,4 * Rs' + 0,2*L (Si FC < 0,90, FC = 0,90)

  Fs' = Valor aplicado del Nivel de Fraude detectado ((0.95≤Fs' ≤1.00))

1.4.6 El factor de penalización (FP) se aplicará al iniciarse el segundo año de la Explotación.

1.4.7 Si el valor Fs calculado en el numeral 1.4.4 del presente apéndice es menor a 0.95, el CONCESIONARIO deberá depositar en el Fideicomiso el monto correspondiente a la recaudación dejada de percibir que no haya sido penalizada por el Factor de Penalización.

1.4.8 A su vez la retribución al CONCESIONARIO vendrá determinada por la producción efectiva de Km sobre los Km garantizados y adicionales programados, por la tanto el no cumplimiento del programa de operaciones llevará consigo una menor retribución sujeto a la menor producción de Km programados

1.4.9 La reiteración del incumplimiento de los niveles de servicio programados y baja calidad del servicio dará lugar eventualmente a la resolución del Contrato según lo indicado la Seccion XV del Contrato de Concesión.

1.4.10 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.

1.4.11 De la evaluación realizada se elaborará un acta con un (1) original y dos (2) copias, en donde se detallarán los incumplimientos del servicio referentes a la atención a los Uuarios, seguridad, ruidos, etc, 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.

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.

SECCIÓN 2: CONSERVACIÓN

2.1 PRINCIPIOS GENERALES

2.1.1 Todos los Bienes de la Concesión serán construidos, fabricados, instalados, probados y/o sometidos a Conservación para proteger la vida humana y garantizar la seguridad de las personas y el óptimo funcionamiento de los mismos.

2.1.2 Las labores de Conservación deberán realizarse en forma oportuna, respetando los estándares internacionales de seguridad y calidad.

2.1.3 Por regla general, la Conservación deberá mantener en todo momento la funcionalidad o el propósito original para el que las Obras fueron ejecutadas.

2.1.4 No serán aceptables políticas o prácticas 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 costo del Concedente, requiriéndose para tales efectos, un acuerdo previo sobre el alcance de las actividades a ejecutar, la retribución y forma de pago al Concesionario, el mismo que deberá ser aprobado por el Concedente..

2.2 NIVELES DE SERVICIO DE CONSERVACIÓN

2.2.1 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.

2.2.2 Los estándares de mantenimiento propuestos deberán ser entregados CONCEDENTE para su aprobación, a más tardar treinta (30) Días Calendario antes de la entrega del Plan de Conservación.

2.2.3 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.

2.2.4 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.

2.2.5 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.

2.2.6 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.

2.2.7 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.

2.2.8 El CONCESIONARIO no podrá sustituir ninguno de los elementos que afecten la calidad sin el consentimiento expreso del Regulador.

2.2.9 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.

2.2.10 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.

2.2.11 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.

2.3 PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CONSERVACION

Plan de Conservación

2.3.1 Dentro de los sesenta (60) Días Calendario posteriores a la Toma de Posesión (para el primer Plan de Conservación), y dentro del mes de enero de cada año, el CONCESIONARIO presentará al CONCEDENTE el "Plan de Conservación" del correspondiente período anual y el respectivo programa de implementación, para su aprobación.

2.3.2 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.

2.3.3 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. Además, podrá presentar una actualización del cronograma del plan original si correspondiera, para su aprobación.

2.3.4 El Plan de Conservación deberá contemplar como mínimo:

- Infraestructura y vías
  - Dicho rubro comprende los rieles, sistemas de fijación, durmientes, balasto, aparatos de cambios, terraplenes en vía principal y patios de maniobras así, como la obra civil correspondiente al viaducto, etc.
- Estaciones y Centro de Control
- Material Rodante
- Electrificación
- Señalización
- Comunicaciones

2.3.5 El Plan de Conservación deberá contemplar la sustitución periódica de 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.

2.3.6 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.

2.3.7 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

2.3.8 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, viaducto, 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.

2.3.9 Dicho plan de limpieza será entregado al Regulador a más tardar treinta (30) días calendario antes de iniciarse la Puesta en Operación Comercial. El plan de limpieza deberá actualizarse anualmente por parte del CONCESIONARIO dentro del mes de enero de cada año.

2.3.10 El CONCESIONARIO deberá cumplir estrictamente su plan de limpieza.

2.3.11 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.

2.3.12 Las estaciones de pasajeros, subestaciones, viaducto y demás instalaciones deberán mantenerse limpios, de acuerdo a la periodicidad y criterios detallados en el Apéndice 1 del presente Anexo.

2.3.13 Los coches de pasajeros deberán mantenerse limpios, lavándolos externa e internamente de acuerdo a la periodicidad y criterios detallados en el Apéndice 2 del presente Anexo.

Etapa de Ejecución de Obras

2.3.14 El CONCESIONARIO recibirá los Bienes del CONCEDENTE en el estado que se encuentren al momento de la Toma de Posesión, sin que esto le signifique derecho a reclamo de ninguna índole, salvo lo dispuesto en el tercer párrafo del numeral 5.35 del Contrato.

2.3.15 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.

2.3.16 Durante la Etapa de Ejecución de Obras no se evaluará los Niveles de Servicio de Conservación afectados por la Obra.

2.3.17 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.

2.4 PROGRAMA DE SUPERVISION DE LOS NIVELES DE SERVICIO DE CONSERVACION

Programa de Evaluación

2.4.1 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.

2.4.2 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.

2.4.3 El Regulador podrá solicitar toda la información relativa al "Programa de Evaluación de Niveles de 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

2.4.4 El Regulador realizará evaluaciones periódicas con el objetivo de identificar defectos localizados tanto en la infraestructura ferroviaria y sus componentes (vía férrea, estaciones, señalización, Control de Tráfico Centralizado (CTC), sistema de telecomunicaciones, etc.); como 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 para que no resulten inseguras para los Usuarios y su propio personal, y podrá fiscalizar los procedimientos empleados y las demás obligaciones contractuales.

2.4.5 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.

2.4.6 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.

2.4.7 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.

2.4.8 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.

2.4.9 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.

2.4.10 En caso que el Regulador constatara 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 ESTACIONES DE PASAJEROS, SUBESTACIONES, VIADUCTO Y DEMÁS INSTALACIONES

a) La limpieza de las estaciones contempla pero no se limita a la limpieza interna y externa de las paredes, pisos y superficies rígidas, ventanas y puertas de vidrio u otros materiales, mostradores para atención de pasajeros, barandas y mueblería pública, etc.

b) Las zonas circundantes a las estaciones y sus accesos, subestaciones, viaducto, 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 grafittis 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. En el viaducto se deberá realizar únicamente la desratización.

i) El CONCESIONARIO deberá asimismo mantener un nivel adecuado de limpieza y funcionalidad en los talleres de mantenimiento.

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.

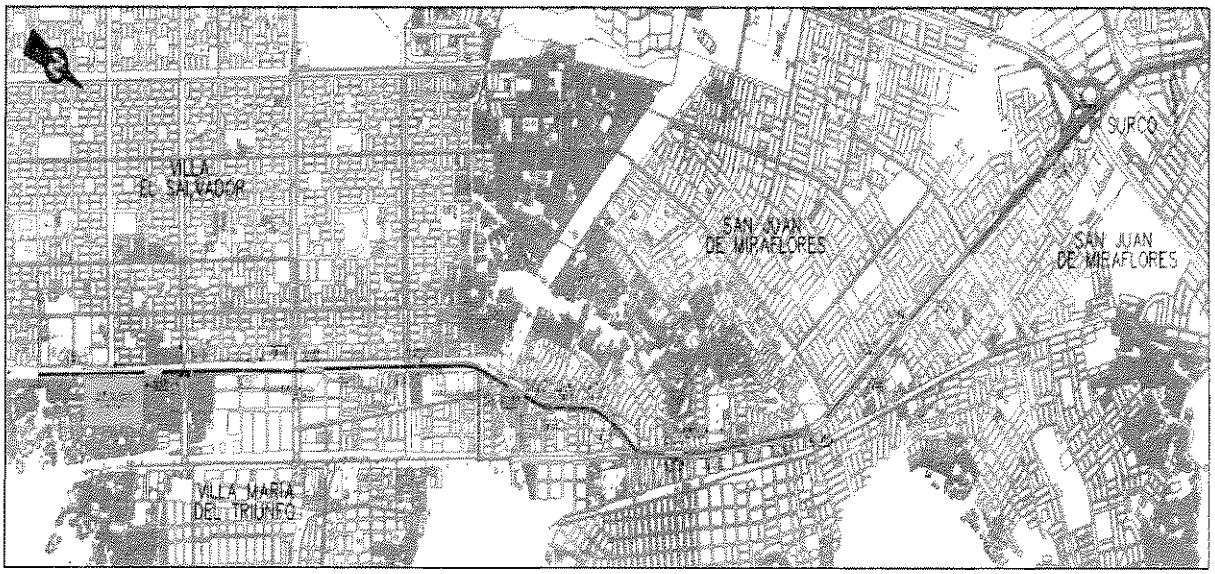
e) En caso de presentarse grafittis y publicidades no autorizadas en el Material Rodante, el CONCESIONARIO deberá eliminarlas en los plazos que establezca el Regulador.

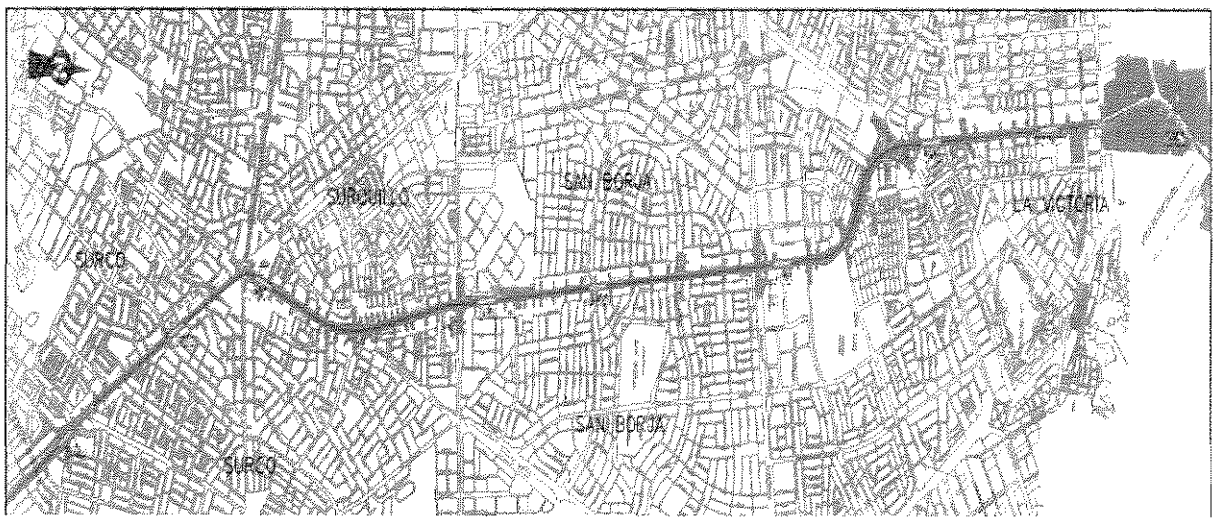
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA - Proinversión
JOSELINE OLAECHEA F.
ASESORA LEGAL

JEFE DE PROYECTOS PERUANOS
Proinversión

ANEXO 8: ÁREA DE LA CONCESIÓN

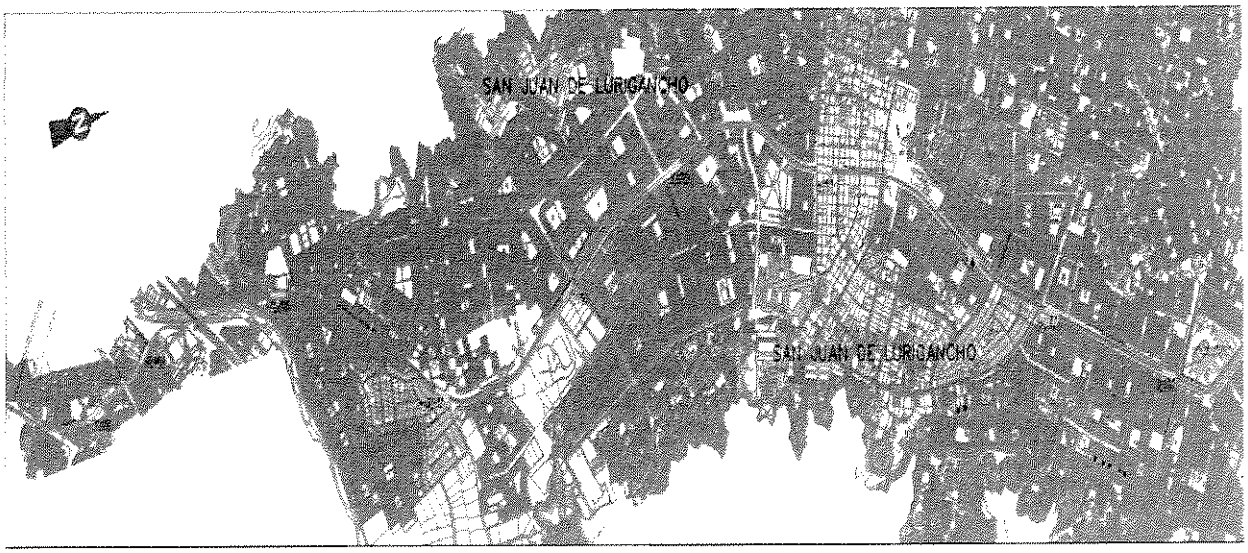
El Area de la Concesión, comprende 02 tramos, el primero se extiende desde el Distrito de Villa El Salvador hasta el Cercado de Lima (Estación Miguel Grau) cuya extensión aproximada es de 21.5 km y el segundo tramo se extiende desde el Cercado de Lima hasta San Juan de Lurigancho con un estimado de 10 km de extensión. El primer tramo cuenta con 16 estaciones y el segundo con 10 estaciones lo que permitirá contar con un total de 26 estaciones al integrarse ambos tramos a la denominada Línea 1. El Área de la Concesión está delimitada por el siguiente plano referencial.





AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
JOSEFA OLAECHEA F.
ASESORA LEGAL
Proinversión

JEFE DE PROYECTOS FERROVIARIOS
Proinversión


SAN JUAN DE LURIGANCHO
SAN JUAN DE LURIGANCHO

ANEXO 9: CARACTERISTICAS GENERALES DEL REPOTENCIAMIENTO DEL MATERIAL RODANTE EXISTENTE

A continuación se detallan las características generales del repotenciamiento del Material Rodante Existente que ha sido provista por el CONCEDENTE:

1. Para cada coche se instalaran 2 unidades monobloque de aire acondicionado

   Los Monobloques de expansión directa son a su vez redundantes, y cada uno de ellos consta de:

   - 2 secciones de grupos motocondensadores (GMC);
   - 1 grupo de tratamiento aire (GTA) de doble circuito independiente;
   - 1 cuadro eléctrico, con sus correspondientes tarjetas electrónicas, instalado a bordo de la GTA

2. Características técnicas de nuevos compresores instalados:

Características Técnicas	Valor
Potencia ofrecida	15 kW
Velocidad de Rotación	2920 rpm
Factor de intermitencia	0,3 – 1
Presión de puesta en servicio	7 Bar
Campo de ejercicio	6 -10 Bar
Caudal del aire entregado	1350 litros / min
Calidad de aire (según norma ISO 8573-1)	Clase 2.2.3
Ruido	< 75 db(A) a 1 metro
Grado de protección	IP 55
Dimensiones máximas	1526 x 850 x 660 mm
Peso	485 Kg

3. Control Centralizado de Puertas

   Cada subsistema local de puertas estará compuesto de:
   - Una Central Electrónica.
   - Una Central Electro-neumática.
   - Un Kit de Accesorios para conexiones eléctricas y neumáticas

4. Características Generales del grupo estático

   Potencia de 68 kW
   Enfriado mediante ventilación forzada
   Grado de protección IP66

   Alimentación de Salida:

   a) Tensión continua 72 V= / 15 kW para la alimentación de las cargas de los Servicios Auxiliares en b. t. y la recarga de las Baterías del Rodante,

   b) Tensiones trifásicas de 400 Vrms – 50 Hz / 65 kVA (cos jm = 0,8), para la alimentación de las cargas de los Servicios Auxiliares en M. T

ANEXO 10: PENALIDADES APLICABLES AL CONTRATO

(*) Las penalidades indicadas en el presente Anexo se refieren a Días Calendario.

Tabla Nº 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 la lista de bienes seleccionados del Inventario de Bienes Opcionales.	Cada día
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 Nº 2: Penalidades referidas a la Sección VI: Ejecución de las Inversiones y Pruebas de Puesta en Marcha

Monto en UIT	Descripción de penalidad	Criterio de Aplicación
50% de UIT	Atraso en la entrega del Estudio Definitivo dentro del plazo máximo estipulado en el Contrato.	Cada día
2 UIT	No contar y mantener, a partir de la Etapa de Ejecución de Obras, con un Libro de Obra.	Cada vez
2 UIT	No permitir tanto al CONCEDENTE, Regulador el libre acceso al Libro de Obra durante la Etapa de Ejecución de Obras.	Cada vez
2 UIT	Atraso en el inicio de la Etapa de Ejecución de Obras.	Cada día
12 UIT	Atraso en la provisión de Material Rodante Adquirido en los plazos establecidos en el presente Contrato	Cada día por tren no entregado
20% UIT	Incumplimiento con diseño para la calidad de confort mínima establecida en la Cláusula 6.19	Por cada pasajero menos
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

Tabla Nº 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
25% UIT	No remitir diariamente le reporte con la información	Cada vez

	operativa y de demanda al día anterior,	
25% UIT	No atender la solicitud del regulador de reportes adicionales en el día solicitado.	Cada vez

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
50% UIT	Atraso en la presentación de los saldos deudores con cada Acreedor Permitido con que mantuviera deuda.	Cada día

Tabla N° 5: Penalidades referidas a la Sección X: Régimen Financiero

Cláusula Contrato	Monto en UIT	Descripción de penalidad	Criterio de Aplicación
Apéndice 2 del Anexo 4	50% UIT	Incumplimiento en la constitución del Fideicomiso de Administración en el plazo previsto.	Cada día

Tabla N° 5: 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 los Planes de Manejo de la Declaración de Impacto Ambiental y el Estudio de Impacto Ambiental Semi detallado.	Cada día
50% UIT	Atraso en la entrega de los informes socio ambientales durante la Explotación	Cada día
1 UIT	Incumplimiento en el levantamiento de las observaciones formuladas al Plan de Manejo Ambiental.	Cada vez

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.

Asimismo, en los casos de incumplimiento no previstos en el presente Anexo, así como en el Anexo N° 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.

El monto de la UIT a considerar será la vigente al momento de la aplicación de la penalidad correspondiente.

ANEXO 11: MODELO DE DECLARACIÓN DEL ACREEDOR PERMITIDO

Lima, de de 201__

Señores
Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Jr. Zorritos s/n
Lima 1, Lima – Perú
Presente.-

Acreedor Permitido: .....

Referencia: Contrato de Concesión del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, Línea 1, Villa El Salvador – Av. Grau – San Juan de Lurigancho.

De acuerdo con lo previsto en la Cláusula 11.2 del Contrato de Concesión del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, Línea 1, Villa El Salvador – Av.Grau – San Juan de Lurigancho, declaramos lo siguiente.

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 _____.

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 de Concesión del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, Línea 1, Villa El Salvador – Av.Grau - San Juan de Lurigancho.

Que cumplimos con los requisitos establecidos en el Contrato de Concesión del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, Línea 1, Villa El Salvador – Av. Grau - San Juan de Lurigancho, así como todos aquellos exigidos por las Leyes 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