

**ANEXO 1  
DERECHO DE VÍA**

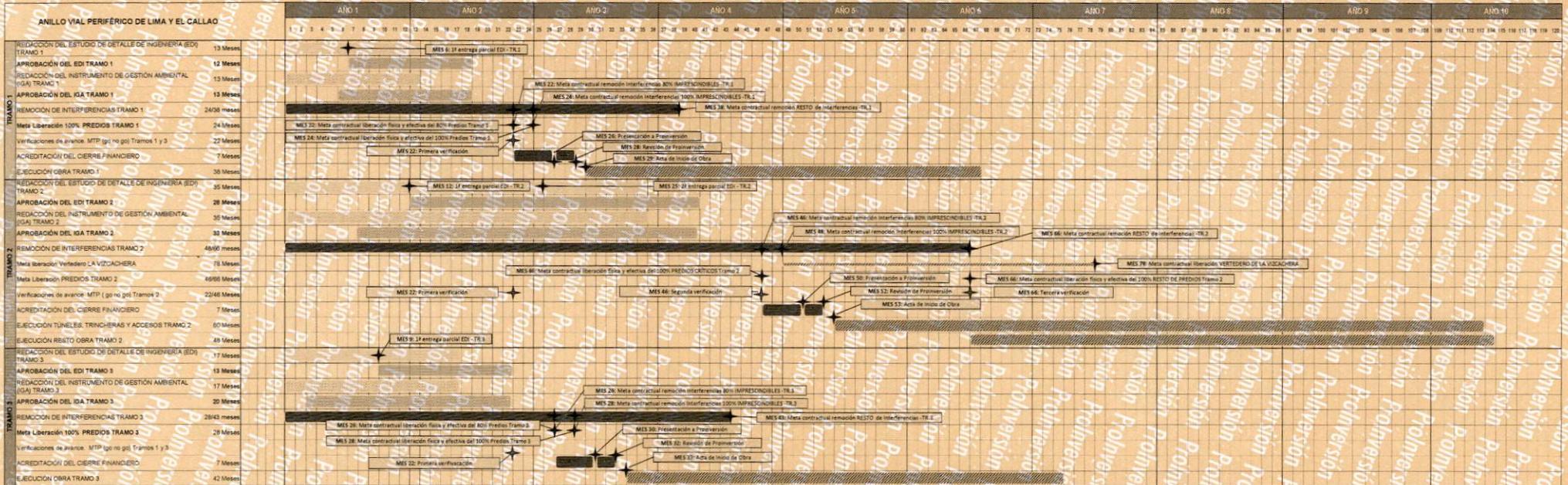
El Derecho de Vía es la franja de terreno que se encuentra definida en la Resolución Ministerial No. 918-2017 MTC/01.02, modificada por la Resolución Ministerial No. 1084-2017 MTC/01.02 y la Resolución Ministerial No. 622-2024-MTC/01.02, según se describe a continuación, y/o podrá ser modificada en momentos posteriores.

De conformidad con lo establecido en el literal vi) de la Cláusula 3.8 del Contrato, a la Fecha de Cierre, el CONCEDENTE entregará al CONCESIONARIO copia de la Resolución Ministerial o dispositivo legal que contenga el Derecho de Vía actualizado.

De acuerdo con las Cláusulas 1.14.125 a 1.14.129, se precisa que dentro del Derecho de Vía se encuentran comprendidas las áreas de los tres (3) Tramos del Proyecto que se indican a continuación:

Tramo	Descripción	Longitud
I	Desde el ovalo de 200 millas hasta la Panamericana Norte a la altura de la Ovalo del Naranjal.	8.70
II	Desde el ovalo del Naranjal en la Panamericana Norte hasta el intercambio vial de la Autopista Ramiro Prialé	15.1
III	De la Autopista de Ramiro Prialé hasta la Av. Circunvalación (pasando Av. Circunvalación hasta 70 metros aproximadamente antes de llegar a la Av. Rosa Toro)	11

## ANEXO 2 CRONOGRAMA DEL PROYECTO



\*Nota: Los plazos indicados en este cronograma recogen lo contemplado en el Contrato, sin incluir las actividades adicionales por ampliaciones, modificaciones, suspensiones o cualquier otra circunstancia regulada en el contrato.

ANEXO 3  
ASPECTOS TÉCNICOS

Apéndice 1

Requerimientos Técnicos Mínimos del Proyecto para Diseño y Construcción  
ACÁPITE A

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS DEL PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

1 Normas relacionadas a Obras Viales

El desarrollo de las Intervenciones y presentación del estudio de ingeniería de detalle deberá cumplir con todas las especificaciones y/o normas técnicas de acuerdo con los TDRs para la elaboración del Estudio Definitivo de Ingeniería (EDI) y con las Leyes y Disposiciones Aplicables vigentes y atendiendo a las excepciones definidas en este documento.

En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores, el CONCESIONARIO deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional.

Los límites de actuación de las obras, tanto en el eje de la vía principal como en las obras a realizar en las vías paralelas y transversales, son los recogidos dentro del Derecho de Vía aprobado. La solución técnica expresada en el estudio de Pre-inversión del Proyecto "Construcción del Anillo Vial Periférico" (declarado viable con código SNIP 309972) y sus adecuaciones al entorno es a nivel referencial

2 Normas, Manuales y/o Directivas del Sistema Nacional de Inversión Pública

La norma, manuales y directivas se encuentran detalladas en los numerales 1.1.1 y 1.1.2 de los términos de referencia del estudio definitivo. Las normas, manuales y directivas deberán ser los vigentes al momento de firma del contrato.

3 Excepciones a la norma

Debido a que el Proyecto se inserta en un entorno urbano y con tal de ajustar la traza a la reserva vigente establecida en el Sistema Vial Metropolitano conforme a la ordenanza N° 348-MML del 8 de enero de 2002 y al Derecho de Vía aprobado mediante RM N° 918-2017 MTC-01.02 y su modificatoria mediante RM N° 1084-2017 MTC-01.02, son admisibles las siguientes excepciones geométricas:

- La pendiente máxima en el acceso a los túneles es de 6%, para ajustar el trazo a la orografía de la zona y minimizar las afecciones. Señalar que este incremento de pendiente hasta el 6% es aceptado por la normativa actual de trazado DG-2018 en la que se permite aumentar las pendientes máximas (5%) en un 1% adicional siempre que se justifique técnicamente. Esta pendiente está, asimismo, recogida dentro de los parámetros geométricos aceptados en la **Declaratoria de Viabilidad** del proyecto, publicada en diciembre de 2016 (Informe técnico N°080-2016-EF/63.01)
- La pendiente máxima dentro del túnel es del 3% para no incrementar su longitud y mejorar las condiciones en la boca de salida. Esta pendiente está recogida dentro de los parámetros geométricos aceptados en la **Declaratoria de Viabilidad** del proyecto, publicada en diciembre de 2016 (Informe técnico N°080-2016-EF/63.01).
- En las Vías Auxiliares la pendiente máxima se adaptará a la orografía existente dentro del derecho de vía aprobado para disminuir las afecciones e intentar ceñirse con las vías de servicio lo más posible a la topografía existente y al viario actual de la ciudad.
- A lo largo de todo el trazo del tronco de la vía expresa (incluidos los túneles) la berma derecha es de 1.4 m y la izquierda de 0.5 m. por ser un ámbito urbano plenamente consolidado y con corredores de anchura reducida. Esta sección tipo está recogida dentro de los parámetros geométricos aceptados en la **Declaratoria de Viabilidad** del proyecto, publicada en diciembre de 2016 (Informe

técnico N°080-2016-EF/63.01). La sección tipo de la autopista se ha definido para asegurar su máxima integración en la viabilidad existente y su ajuste al Derecho de Vía aprobado. Tomando en consideración el entorno urbano por el que se desarrolla el presente proyecto, durante la fase de formulación se optó por mantener constante la sección previamente definida, sin considerar sobreancho por visibilidad. El separador central es de 1 m con el fin de reducir la afección al entorno. Esta sección tipo está recogida dentro de los parámetros geométricos aceptados en la **Declaratoria de Viabilidad** del proyecto, publicada en diciembre de 2016 (Informe técnico N°080-2016-EF/63.01).

#### 4 Parámetros de diseño tronco principal

El trazo de la vía queda definido por la reserva vigente establecida en el Sistema Vial Metropolitano (SVM) conforme a la Ordenanza N° 348-MML de fecha 08 de enero de 2002 que le agregó al SVM la reserva de las áreas afectadas por el Derecho de Vía.

Con objeto de no modificar la reserva vigente ni el Derecho de Vía aprobado, el trazado en planta según el Estudio de Preinversión y sus adecuaciones es fijo y de obligado cumplimiento, salvo en casos puntuales debidamente justificados en los que el CONCESIONARIO demuestre que las afecciones prediales, ambientales o arqueológicas puedan ser menores.

El diseño de la nueva vía expresa debe cumplir los siguientes parámetros mínimos:

- Velocidad de proyecto: 80 KPH

- Sección tipo:

- Ancho mínimo del separador central 1.00 m

- N° de Calzadas 2 unid

- N° de carriles en cada Calzada 3 unid

- Se reduce la sección a dos carriles por Calzada en los siguientes tramos:

- Al paso por el intercambiador de Elmer Faucett
- Al paso por el intercambiador de Canta Callao
- Al paso por el intercambiador de Panamericana Norte
- Entre el área de peaje troncal de Evitamiento (km 31+900) y el final del Tramo 3

- Ancho de carriles 3.60 m

- Ancho berma exterior 1.40 m

- Ancho berma interior 0.50 m

- Bombeo 2.00%

- Peralte máximo normal 4.00%

- Peralte máximo absoluto 6.00%

- Gálibo en túnel 5.50 m

- Gálibo sobre FF.CC. 5.50 m

- Gálibo paso superior sobre viales 5.50 m

- Gálibo bajo puentes peatonales 5.50 m + 1.0ft

- Trazado geométrico en planta:

- Eje de definición en planta definido en el punto medio del separador central.

- Radio mínimo 280.00 m



- Radio mínimo sin clotoide 600.00 m
- Longitud máxima entre tangentes 1,336.00 m
- Longitud mínima recta en S 111.00 m
- Longitud mínima recta en C 222.00 m
- Radio mínimo para peralte 2% 1,200.00 m
- Radio mínimo para bombeo 3,400.00 m

Se adoptarán las siguientes excepciones al cumplimiento de los parámetros mínimos geométricos en planta (con tal de ajustar el trazado al Derecho de Vía aprobado)

KK.MM.	EXCEPCION
5,6 a 5,9	Se admitirá un radio mínimo de 190m, correspondiente a una velocidad de diseño de 70km/h con un peralte máximo del 6% (peralte máximo absoluto en zonas urbanas según norma DG-2018 en su sección 304)
8,9 a 8,9	Curva de radio 500 m y desarrollo circular de 6,5 m.
9,0 a 9,1	Curva de radio 500 y desarrollo circular de 55 m.
15,4 a 15,4	Curva de radio 500 m y desarrollo circular de 3,5 m
17,9 a 17,9	Curva de radio 500 y desarrollo circular de 20.04 m.
19,0 a 19,1	Curva de radio 1200 y desarrollo circular de 141 m
25,7 a 25,7	Curva de radio 500 y desarrollo circular de 1,5 m
29,9 a 30,1	Curva de radio 495 m y desarrollo circular de 67 m

• Trazado geométrico en perfil longitudinal:

- Eje de definición en la línea blanca interior de Calzada.
- Pendiente longitudinal mínima 0.50%
- Pendiente longitudinal mínima excepcional 0.20%
- Pendiente longitudinal máxima 5%
- Pendiente máxima excepcional: Se podrá alcanzar el 6% de pendiente en los siguientes tramos:

Pendientes máximas excepcionales:

TRAMOS CON PENDIENTE DEL 6%
Tramos de acceso al túnel 1
Tramos de acceso al túnel 2

- Pendiente longitudinal máxima en túneles 3.00%
- Longitud mínima de acuerdo 80 m
- Parámetro mínimo de curva vertical convexa 4,900.00
- Parámetro mínimo de curva vertical cóncava 3,200.00



• **Parámetros de diseño en túneles:**

- Nº de carriles por cada sentido	3 unid
- Ancho mínimo de carriles	3.60 m
- Ancho berma exterior	1.40 m
- Ancho berma interior	0.50 m
- Gálibo mínimo interior	5.50 m
- Vereda interior/exterior	0.75 m
- Inclinación máxima perfil longitudinal túnel	3.00%

- Control de accesos. El diseño adoptado para la autopista es con control total de accesos, tanto en ingresos como en salidas. Los flujos vehiculares serán continuos, sin cruces o pasos a nivel, y se dispondrán los correspondientes pasos peatonales a diferente nivel.

**5 Diseño vías auxiliares**

- Disposición y diseño de las vías auxiliares

Se dispondrán vías auxiliares a ambos lados de la vía exceptuando los tramos donde el Proyecto no atraviese zonas urbanas. Los límites de actuación de las vías auxiliares coinciden con los límites del Derecho de Vía aprobado.

- Parámetros de diseño geométrico: Las características mínimas para la sección transversal de las vías auxiliares son las indicadas en la tabla siguiente.

ELEMENTO	DIMENSIÓN
Número mínimo de carriles <sup>(1)</sup>	2.00
Ancho de carril (m)	3.00
Aparcamiento <sup>(1)</sup>	2.50
Vereda interior <sup>(1)</sup>	1.00
Vereda exterior <sup>(1)</sup>	2.00

(1) Excepcionalmente, en tanto lo permitan las Leyes y Disposiciones Aplicables y con previa aprobación del CONCEDENTE, se podrán reducir estas dimensiones para adecuarse al Área de la Concesión, al Derecho de Vía y/o adecuarse por eventos y/o circunstancias no previstas que afecten la ejecución efectiva de las Obras, brindando la solución que corresponda, que permita ejecutar las Obras del Proyecto que se hayan visto afectadas por las referidas circunstancias.

Las vías auxiliares se adaptarán geométricamente a la orografía y a la viabilidad existente.

- Tipo de pavimento: El pavimento a disponer en las vías auxiliares será de tipo flexible y será diseñado de acuerdo a la normativa vigente.
- Otros elementos en vías auxiliares: La semaforización, cámaras, mobiliario urbano, paraderos, paneles informativos y otros de ámbito local existente que sean removidos por el CONCESIONARIO como parte de los trabajos de construcción deberán ser reemplazados en caso de ser necesario, información que será detallada durante el EDI.

**6 Intercambiadores**

**Parámetros de diseño intercambiadores**

- Parámetros de diseño según velocidad de proyecto



Parámetros de diseño de los ramales de los intercambiadores

ELEMENTO	V=60 KPH	V=55 KPH	V=40 KPH	V=35 KPH
Ancho de carril (m)	4.00 en ramales de un carril/ 3.60 en ramales de dos carriles	4.00 en ramales de un carril/ 3.60 en ramales de dos carriles	4.00 en ramales de un carril/ 3.60 en ramales de dos carriles	4.00 en ramales de un carril/ 3.60 en ramales de dos carriles
Sobreeancho (solo para R < 30m)	4.50	4.50	4.50	4.50
Bermas en ramales de 1 carril	Derecha	1.50	1.50	1.50
	Izquierda	0.60	0.60	0.60
Bermas en ramales de 2 carriles	Derecha	1.40	1.40	1.40
	Izquierda	0.50	0.50	0.50
Radio mínimo	120.00	90.00	40.00	35.00
Inclinación máxima (%)	6.00	6.50	8.00	8.00
Kv convexo (m)	1,400.00	1,000	400.00	300
Kv cóncavo (m)	1,500.00	1,200	600.00	450

- Parámetros de diseño de los elementos que componen los intercambiadores.

Intercambiador Ovalo 200 Millas

TIPOLOGIA INTERCAMBIADOR	• DIRECCIONAL		
Ramal	Velocidad diseño (kph)	Nº Carriles.	Tipo
Anillo Vial Oeste – Gambetta Sur	60	2	Directo a desnivel
Gambetta Sur – Anillo Vial Este	60	2	Directo
Gambetta Norte – Anillo Vial Este	60	1	Directo a desnivel
Anillo Vial Este – Gambetta Norte	60	1	Directo

Intercambiador Elmer Faucett



TIPOLOGIA INTERCAMBIADOR	• DIRECCIONAL		
Ramal	Velocidad diseño (kph)	Nº Carriles.	Tipo
Anillo Vial Oeste – Elmer Faucett	60	2	Directo
Elmer Faucett – Anillo Vial Oeste	60	2	Directo a desnivel
Elmer Faucett – Anillo Vial Este	60	1	Directo
Anillo Vial Este – Elmer Faucett	60	2	Directo a desnivel

Intercambiador Canta Callao

TIPOLOGIA INTERCAMBIADOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOS NIVELES</li> <li>• TRONCO ANILLO VIAL A NIVEL INFERIOR DEPRIMIDO Y TECHADO</li> <li>• ÓVALO DE CONEXIÓN CON LA AV. NARANJAL</li> <li>• DISEÑO COMPATIBLE CON LA CONEXIÓN CON LA FUTURA AUTOPISTA CANTA CALLAO</li> </ul>		
Ramal	Velocidad diseño (kph)	Nº Carriles.	Tipo
Óvalo Central	40	3	-
Ramales conexión Anillo Vial	40	1	-

Intercambiador Av. Universitaria

TIPOLOGIA INTERCAMBIADOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIAMANTE DE DOS NIVELES</li> <li>• TRONCO ANILLO VIAL A NIVEL INFERIOR DEPRIMIDO BAJO EL ÓVALO</li> <li>• ÓVALO DE CONEXIÓN AVDA. UNIVERSITARIA</li> </ul>		
Ramal	Velocidad diseño (kph)	Nº Carriles.	Tipo
Óvalo Central	40	2	-
Ramales conexión Anillo Vial	40	1	-
Avda. Universitaria	40	2+2	-

Intercambiador Panamericana Norte

TIPOLOGIA INTERCAMBIADOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIAMANTE DE DOS NIVELES</li> <li>• TRONCO ANILLO VIAL A NIVEL SUPERIOR ELEVADO SOBRE EL ÓVALO</li> <li>• ÓVALO CENTRAL DE CONEXIÓN CON PANAMERICANA</li> </ul>		
Ramal	Velocidad diseño (kph)	Nº Carriles.	Tipo
Óvalo Central	60	1	-
Ramales (4) de conexión Anillo Vial - Óvalo	60	1	-

**Intercambiador Ramiro Prialé**

TIPOLOGIA INTERCAMBIADOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIAMANTE DE DOS NIVELES</li> <li>• TRONCO ANILLO VIAL A NIVEL SUPERIOR ELEVADO</li> <li>• AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ A NIVEL INFERIOR</li> <li>• ROTACIONAL CENTRAL CON TRAMOS DE TRENZADO Y PASOS A DESNIVEL SOBRE LA AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ PARA LOS MOVIMIENTOS SEMIDIRECTOS.</li> <li>• LONGITUD MÍNIMA TRAMOS DE TRENZADO: 100 M.</li> </ul>		
Ramal	Velocidad diseño (kph)	Nº Carriles.	Tipo
Óvalo Central	35	2 (3 carril de trenzado)	A desnivel sobre Ramiro Prialé y bajo Anillo Vial
Ramal Anillo Vial Oeste –Rotacional	55	1	Directo
Ramal Rotacional – Anillo Vial Oeste	55	1	Directo
Ramal Rotacional – Anillo Vial Este	60	1	Directo
Ramal Anillo Vial Este –Rotacional	40	1	Directo
Ramal Rotacional – Ramiro Prialé Oeste	60	1	Directo
Ramal Ramiro Prialé Oeste –Rotacional	60	1	Directo
Ramal Rotacional – Ramiro Prialé Este	60	1	Directo
Ramal Ramiro Prialé Este –Rotacional	60	1	Directo

**Intercambiador Carretera Central**

TIPOLOGÍA INTERCAMBIADOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIAMANTE DE DOS NIVELES.</li> <li>• TRONCO ANILLO VIAL A NIVEL SUPERIOR ELEVADO.</li> <li>• ÓVALO CENTRAL DE CONEXIÓN CON CARRETERA CENTRAL.</li> <li>• TRONCO CARRETERA CENTRAL A NIVEL DEL ÓVALO.</li> <li>• PEAJES LATERALES EN RAMALES ORIGEN/DESTINO ANILLO VIAL ESTE.</li> </ul>		
Ramal	Velocidad diseño (kph)	Nº Carriles.	Tipo
Óvalo Central	40	3	-
Ramales (4) de conexión Anillo Vial - Óvalo	40	1	-



**Intercambiador Huarochiri**

<b>TIPOLOGÍA INTERCAMBIADOR</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIAMANTE DE DOS NIVELES</li> <li>• TRONCO ANILLO VIAL A NIVEL INFERIOR DEPRIMIDO BAJO EL ÓVALO</li> <li>• ÓVALO CENTRAL DE CONEXIÓN CON AV. HUAROCHIRI</li> </ul>		
Ramal	Velocidad diseño (kph)	Nº Carriles.	Tipo	
Óvalo Central	40	3	-	
Ramales (2) de conexión Anillo Vial – Óvalo. Salida del Anillo Vial hacia vía lateral vehículos dirección norte y entrada desde vía lateral hacia anillo dirección sur.	40	1	-	



**Intercambiador La Molina**

<b>TIPOLOGÍA INTERCAMBIADOR</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIAMANTE DE DOS NIVELES</li> <li>• TRONCO ANILLO VIAL A NIVEL INFERIOR DEPRIMIDO BAJO EL ÓVALO</li> <li>• ÓVALO CENTRAL DE CONEXIÓN CON AV. LA MOLINA</li> </ul>		
Ramal	Velocidad diseño (kph)	Nº Carriles.	Tipo	
Óvalo Central	40	3	-	
Ramales (2) de conexión Anillo Vial – Óvalo. Salida del Anillo Vial hacia vía lateral vehículos dirección norte y entrada desde vía lateral hacia anillo dirección sur.	40	1	-	



**Intercambiador Evitamiento**

<b>TIPOLOGÍA INTERCAMBIADOR</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• INTERCAMBIADOR A TRES NIVELES</li> <li>• TRONCO ANILLO VIAL A NIVEL SUPERIOR ELEVADO</li> </ul>		
Ramal	Velocidad diseño (kph)	Nº Carriles.	Tipo	
Ramal Anillo Vial Este - Evitamiento Sur	40	1	Directo a desnivel sobre Vía de Evitamiento	
Ramal Anillo Vial Este – Evitamiento Norte	40	1	Directo	
Ramal Evitamiento Sur – Anillo Vial Este	60	1	Directo	



**Intercambiador Circunvalación**

<b>TIPOLOGIA INTERCAMBIADOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIAMANTE DE DOS NIVELES</li> <li>• TRONCO ANILLO VIAL A NIVEL INFERIOR DEPRIMIDO BAJO EL ÓVALO</li> <li>• ÓVALO CENTRAL DE CONEXIÓN CIRCUNVALACIÓN</li> </ul>		
<b>Ramal</b>	<b>Velocidad diseño (kph)</b>	<b>Nº Carriles.</b>	<b>Tipo</b>
Óvalo Central	40	3	
Ramales (4) de conexión Anillo Vial - Óvalo	40	1	

**7 Pasos a Desnivel**

Se dispondrán como mínimo los siguientes pasos transversales a desnivel con respecto al tronco del Anillo Vial con objeto de dar permeabilidad y continuidad a la trama urbana existente.

Los puentes y estructuras a proyectar para dar continuidad a estas vías deberán de presentar las dimensiones mínimas para respetar la sección prevista de carriles para vehículos y veredas para el tránsito de peatones.

UBICACIÓN	DESIGNACIÓN	SITUACIÓN ALZADO	SECCIÓN DE LA CALLE TRANSVERSAL EN EL CRUCE CON EL ANILLO VIAL	LONGITUD REFERENCIAL (M)
2+100	Bertello	Por encima del Anillo	2+2 carriles y veredas a cada lado	46.00
3+200	Alberto Izaguirre	Por encima del Anillo	2+2 carriles y veredas a cada lado	56.00
4+500	Los Alisos	Por encima del Anillo	2+2 carriles y veredas a cada lado	58.00
6+300	Próceres Huandoy	Por encima del Anillo	2+2 carriles y veredas a cada lado	53.00
7+500	Las Palmeras	Por encima del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	52.00
8+900	Tupac Amaru	Nuevo óvalo por debajo del AVP y paso a desnivel de la Avenida Tupac Amaru por debajo del óvalo.	Óvalo: 3 carriles y vereda Av. Tupac Amaru: 2+2 carriles. Se debe considerar la futura implantación de un corredor para el transporte público de 14m de ancho que se ubicaría en el separador central de la calle Tupac Amaru	25.40 / 38.40
9+900	Huamachuco	Por encima del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	52.00
11+100	José G. Condorcanqui	Por encima del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	50.00
15+700	Duraznos	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	39.00

UBICACIÓN	DESIGNACIÓN	SITUACIÓN ALZADO	SECCIÓN DE LA CALLE TRANSVERSAL EN EL CRUCE CON EL ANILLO VIAL	LONGITUD REFERENCIAL (M)
16+800	Santa Rosa de Lima	Por debajo del Anillo	2+2 carriles y veredas a cada lado	40.00
17+800	San Martín de Porres I	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	42.60
18+100	San Martín de Porres II	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	31.95
22+000	Próceres I	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	31.97
22+700	Próceres II	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	33.50
23+700	Francisco Bolognesi	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	63.80
24+700	San Pablo	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	41.00
25+200	San Juan	Por debajo del Anillo	2+2 carriles, ferrocarril y veredas a cada lado	55.20
25+900	Metropolitana	Por debajo del Anillo	2+2 carriles y veredas a cada lado	30.00
28+300	Asturias	Óvalo por encima del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	28.40
29+700	Los Ingenieros	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	83.00
31+200	Los Frutales	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	81.95
33+100	Santa Rosa	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	107.70
33+900	Las Torres	Por debajo del Anillo	2 carriles y veredas a cada lado	81.00

### 8 Puentes peatonales

Con el fin de asegurar la permeabilidad transversal peatonal de la infraestructura proyectada, se deberán de proyectar pasos peatonales, puentes y pasos inferiores, entre los pasos a desnivel proyectados. Se deberá proyectar la solución que genere menos interferencias y afecciones a predios y proporcione la mejor solución en materia de seguridad vial.

La distancia máxima entre pasos que permitan a los peatones cruzar la autopista a distinto nivel nunca será superior a 500 m aproximadamente. Habrá que construir los puentes o pasos inferiores peatonales que sean necesarios para que no se supere esta distancia máxima.



Estos elementos tendrán una anchura mínima libre de 2.50 m. y dispondrán de rampas para Usuarios de movilidad reducida.

### 9 Diseño de Puentes y Viaductos

Además de los pasos a desnivel descritos en el numeral 7, el Proyecto deberá incluir el diseño construcción como mínimo de los siguientes puentes y viaductos con las siguientes características:

UBICACIÓN	DESIGNACIÓN	LONGITUD REFERENCIAL (m)
0+600	RAMAL E00-R03	143.10
0+300 y 0+600	RAMAL E00-R02 (A y B)	139.10 / 116.55
0+400	RAMAL E01 -ROO	49.40
0+600	RAMAL E01-R01	72.00
5+800	CANTA CALLAO	14.85 – 30.25
7+000	AV. UNIVERSITARIA (A y B)	28.40 / 28.40
8+100	NARANJAL-PANAMERICANA NORTE	200.00
8+900	AV. TÚPAC AMARU	147.50
14+152	AVENIDA DEL SOL <sup>(1)</sup>	1,411.50
23+610	O.D. 23.61 (RÍO HUAYACOLORO)	161.69
0+810	OD 0.81 (A y B) AMPLIACIÓN E21-ROO ÓVALO	21.83 / 34.00
1+180	O.D. 1.18 AMPLIACIÓN E21 -ROO ÓVALO	21.83
23+800	AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ (CRUCE SOBRE EL RÍO RÍMAC)	389.10
0+400	RAMAL E-21 ROO ÓVALO	56.00
1+000	RAMAL E- 21 ROO ÓVALO	56.00
27+200	CARRETERA CENTRAL	135.00
28+800	HUAROCHIRÍ	28.40
30+700	LA MOLINA (A y B)	28.40
31+900	VÍA EVITAMIENTO- PANAMERICANA SUR <sup>(2)</sup>	857.69
0+080	RAMAL E32-ROO	315.94
34+400	CIRCUNVALACIÓN (A y B)	28.40

Nota (1): En la avenida del Sol, el tronco de la vía expresa deberá ir en viaducto sobre las vías auxiliares existentes.

Nota (2): Sobre el parque de los Anillos, el tronco de la vía expresa deberá ir en viaducto.

### Criterios de Diseño

- Anchura: La sección transversal en puentes del tronco deberá ser igual a la sección típica del tronco, en concordancia con el Manual de Carreteras DG-2018.
- Veredas: En los puentes que soporten el tronco o sus accesos no se requerirán veredas, ya que el paso de los peatones al tronco está impedido y, además, dichas veredas no tendrían continuidad más allá del puente. En los puentes que soporten vías auxiliares y/o pasos a desnivel, se incluirán veredas acordes al Manual de Carreteras DG-2018.

### Obras de protección

Se dispondrá de enrocado de protección con objeto de proteger las pilas, estribos, así como las superficies de terraplén de aproximación a las estructuras, de las máximas avenidas del río Rímac.

El enrocado de protección se dimensionará para la condición de ausencia de desplazamiento de los escollos.

### 10 Diseño de Pavimentos

#### Tipo de pavimento

El tipo de pavimento a disponer podrá ser flexible o rígido, excepto en el interior de los túneles y

áreas de peajes, donde se utilizará pavimento rígido, permitiendo al CONCESIONARIO cumplir con los Niveles de Servicio del presente Contrato y las Leyes y Disposiciones Aplicables.

**Criterios de Diseño**

El pavimento a disponer debe de dimensionarse con la capacidad tal que soporte la carga generada por el tráfico en condiciones idóneas durante toda su vida útil. La vida útil o periodo de diseño a considerar según el tipo de solución que se adopte es la siguiente:

Pavimentos flexibles	20 años
Pavimentos rígidos	30 años

**Ejes equivalentes**

Los ejes equivalentes (EE) mínimos por el "carril de diseño" que deberá considerar el CONCESIONARIO en el cálculo de la estructura de pavimento, se obtendrán a partir del Estudio de Tráfico a desarrollar durante la elaboración del Estudio Definitivo de Ingeniería

Todos los carriles deben ser construidos para soportar los ejes equivalentes de diseño del "carril de diseño" no permitiéndose reducción de espesores de firme dentro de los carriles de circulación.

**11 Diseño de Túneles: Obra civil**

El Proyecto deberá incluir el diseño y construcción de túneles en el tramo 2 que atraviesen la loma de Amancaes y la loma de Mangómarca. A continuación, se establecen los requisitos particulares para el diseño y la construcción de los Túneles, los cuales atienden a estándares, metodologías y procedimientos internacionalmente aprobados.

**Dimensiones**

- La longitud mínima de los túneles del Proyecto será
  - Túnel 1: Longitud de 2,285 m
  - Túnel 2: Longitud de 1,936 m
- Sección: la sección de los túneles deberá tener como mínimo las siguientes características y dimensiones:
  - Doble tubo, unidireccional de dos Calzadas.
  - Nº de carriles por Calzada 3 unid
  - Ancho de carril 3.60 m
  - Berma exterior 1.40 m
  - Berma interior 0.50 m
  - Veredas laterales 0.75 m
  - Gálibo mínimo vertical 5.50 m

**Elementos funcionales**

La sección de los túneles deberá contar con los siguientes elementos funcionales:

- Drenaje para filtraciones y vertidos de plataforma.
  - Para las filtraciones procedentes del macizo rocoso del trasdós de la bóveda, se dispondrá una lámina de geotextil y una lámina plástica, para conducir al agua hasta la base de los hastiales donde se ubican las canaletas de las veredas. Estas a su vez conectarán cada 25 m con los ductos de drenaje longitudinal.
  - Para la captación de vertidos de plataforma se empleará una canaleta de drenaje de concreto abierto tipo CAZ o similar en el borde de plataforma que conduce el vertido hasta un ducto longitudinal con arquetas de registro sífonicas, que mitiga la combustión de un fluido, en el caso que esta se produzca.
- Conducciones eléctricas y de comunicación ubicadas en las veredas y en las bermas para optimizar el registro durante la fase de operación del túnel.
- Canalización para baja tensión y comunicaciones en túnel mediante 8 tubos pvc Ø110 y 16



tubos pvc Ø50, respectivamente.

- Canalización para alta tensión mediante 4 tubos Ø160 mm. Canalización secundaria de comunicaciones en túnel mediante 9 tubos Ø50

- Espacio en la bóveda para la colocación de los ventiladores, iluminación y señalización, manteniendo los gálibos mínimos establecidos en el punto anterior.

### Sostenimiento

El sostenimiento se colocará de forma que deje deformarse el terreno, siempre dentro de la estabilidad del túnel, con el objeto de que la roca desarrolle su capacidad autoportante. La misión fundamental del sostenimiento es evitar que el terreno pierda propiedades, siendo su misión secundaria aportar su capacidad resistente, que es pequeña en comparación con las grandes presiones que pueden existir en el terreno debido al enorme peso del terreno del recubrimiento.

En etapa de diseño definitivo, se definirán varios tipos de sostenimiento a aplicar según sea la calidad geotécnica de la roca obtenida a partir de la caracterización de la misma por medio de los datos ofrecidos de las prospecciones y ensayos realizados. Durante la construcción, los sostenimientos se optimizarán con la información suministrada por la auscultación y el control geotécnico del túnel.

El diseño del sostenimiento del túnel deberá de cumplir las siguientes prescripciones mínimas:

- Los túneles deberán tener una barrera impermeable entre el soporte primario y el revestimiento definitivo el cual no permitirá la infiltración de las aguas hacia el interior de los túneles a través de los hastiales y bóveda, garantizando 100% de impermeabilidad en estas áreas. Para las aguas que afloren por el piso, éstas deberán ser conducidas hacia el sistema de drenaje de agua subterránea. Esta barrera impermeable debe ser instalada sin importar el método de construcción del túnel ni el tipo de soporte primario utilizado.

### Revestimiento

Si bien los sostenimientos previstos garantizan la estabilidad del túnel, dado el carácter metropolitano del mismo se requiere la colocación de revestimientos secundarios por cuestiones de mantenimiento y de seguridad.

Este revestimiento aporta las siguientes ventajas:

- Regularización de la sección del túnel.
- Protección de los elementos metálicos y el concreto lanzado del sostenimiento.
- Colaboración con el sistema de impermeabilización en zonas en las que pudiera haber filtraciones.
- Protección del sostenimiento en caso de incendio.
- Mejora del coeficiente de seguridad en la estabilidad de los sostenimientos.
- Mejora del comportamiento estructural en zonas sísmicas.

### Recubrimiento y acabado

Como acabado final se incorporarán en los hastiales del túnel unos paneles de geometría curva con una altura mínima de 3.5m, que proporcionen mayor luminosidad en el interior del túnel. Estos paneles deberán ser de un material que permita su limpieza sin que pierda sus características iniciales.

### Elementos auxiliares de seguridad

Los túneles dispondrán de los siguientes elementos de seguridad:

Nichos de auxilio.

Cada 150 m se ubicarán nichos en el margen derecho de cada Calzada. Estas obras tienen el objeto de servir de refugio a un usuario que haya sufrido un incidente en el interior del túnel y pueda pedir auxilio mediante el servicio de comunicación emplazado en el nicho. Estarán dotados de:

Teléfono SOS conectado al centro de control.





Extintor.

Conexión a la red antincendios.



Galerías de conexión transversal entre túneles.

Se dispondrán la evacuación peatonal y vehicular de acuerdo con la normativa vigente comunicando ambos tubos. Estas galerías tienen la utilidad de evacuación de los Usuarios al túnel gemelo en caso de incidente o incendio.



Ensanches o bahías de estacionamiento.

Se dispondrán de acuerdo con normativa vigente, cada 1,000 metros en el margen derecho de cada Calzada (según avance de circulación), con una longitud de 40 m. Estarán debidamente señalizados a lo largo del túnel.



### 12 Diseño de Túneles: Instalaciones electromecánicas

Para el dimensionamiento de las instalaciones, se ha seguido la normativa vigente, así como normativa internacional extendida.

Los requerimientos, en cuanto a equipo de seguridad se refiere, son los siguientes:



#### Sistema de suministro eléctrico

Los túneles contarán con suministro eléctrico desde la red pública para operación normal y sistema de emergencia con grupos electrógenos. Además, se dispondrá de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) para los equipos de control y monitorización.

#### Sistema de fuerza e iluminación

Ambos túneles contarán con un sistema de fuerza e iluminación compuesto por los siguientes elementos:

##### Sistemas de iluminación

Las principales referencias para la redacción del sistema de iluminación son la Reglamentación de Perú y las recomendaciones de iluminación CIE 88:2004 "Guía para el alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores".

La iluminación de la entrada debe ser diseñada de acuerdo con la publicación CIE 88-2004, los valores de luminosidad en la zona de umbral en cada portal de acuerdo con la CIE y dependen de la pendiente de la vía (distancia de parada), el porcentaje de la iluminación natural en la vía y la velocidad permisible.

Para proveer una guía de evacuación se instalarán balizas en los hastiales del túnel.

Asimismo, el diseño de la iluminación a implantar cumplirá los siguientes aspectos:

- Adecuación de los niveles de alumbrado a las condiciones de luminosidad exterior.
- Eficiencia energética en la iluminación
- Distribución eficiente de luz
- Accesibilidad para mantenimiento con seguridad.



#### Sistema de ventilación

Los dos túneles contarán con sistemas ventilación capaz de controlar los humos generados por un incendio de potencia 100 MW durante una hora. Además, el sistema de ventilación será capaz de mantener los niveles de concentración de contaminantes en niveles adecuados, siguiendo distintas recomendaciones publicadas por PIARC.

Las galerías de evacuación entre los tubos contarán con un sistema de control de humos que impida



que los humos generados por un incendio se extiendan al tubo no afectado por el incendio.

### Sistema de protección contra incendios

Los túneles contarán con sistemas de protección contra incendios compuestos por:

- Abastecimiento de agua (alimentación y depósitos de reserva)
- Red de Hidrantes en anillo para cada túnel
- Extintores manuales en el túnel y galería de evacuación.
- Detección lineal de incendio en túnel

### Otras instalaciones

Además de los sistemas anteriores, se incluirán para la explotación de la infraestructura los siguientes elementos y equipos:

- Circuito cerrado de televisión.
- Detección de gálibo.
- Señalización variable.
- Semaforización.
- Velocidad y conteo de vehículos.
- Detección automática de incidentes.
- Detección y alarma de incendio.
- Megafonía.
- Postes SOS.
- Cable radiante y radiocomunicaciones.
- Telefonía móvil.
- Medición de datos ambientales.
- Arquitectura de comunicaciones.
- Equipos networking.

### 13 Señalización Vial

Para el desarrollo de las Intervenciones y presentación de los Estudios de Detalle y de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico relacionados con las Intervenciones que impliquen la construcción los elementos de señalización vial, el CONCESIONARIO deberá cumplir con todas las especificaciones y/o normas técnicas que de acuerdo con las Leyes y Disposiciones Aplicables vigentes a Fecha de Cierre sean obligatorias para la ejecución de este tipo de Intervenciones

#### Diseño señalización vertical

Se realizará siguiendo los criterios e instrucciones del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor y se incluirán los siguientes tipos de señales:

- Señales reguladoras o de reglamentación, que notifican a los Usuarios de la vía las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye un delito.
- Señales de Prevención, que advierten al usuario de la existencia de un peligro y la naturaleza de éste
- Señales de Información, que identifican las vías y guían al usuario proporcionándole la información que pueda necesitar.

#### Diseño de marcas en el pavimento

Con la finalidad de reglamentar el movimiento vehicular e incrementar la seguridad de tránsito es preciso utilizar marcas sobre el pavimento que de acuerdo con su propósito se clasifican en:

- Marcas en el pavimento
- Marcas en los obstáculos
- Rótulos y flechas

Los criterios para el diseño de las marcas del pavimento deberán ser acordes a la normativa vigente:



En las zonas donde no haya iluminación se requerirá el pintado de parapetos de alcantarillas y muros que queden por encima de la rasante proyectada, con la finalidad de que sirvan de ayuda principalmente durante la conducción nocturna u horas con restricción de origen atmosférico (presencia de neblina).

#### **Delineadores reflectivos**

Se consideran dos tipos de estos elementos, a diseñar e instalar según la normativa vigente:

- Delineadores Reflectivos; a instalar en el lado exterior de las curvas pronunciadas, así como en tramos con posibles situaciones de restricciones de visibilidad de origen atmosférico (como zonas de posible neblina), que pueden coincidir con tramos de topografía accidentada.
- Tachas delineadoras como elementos marcadores individuales de pavimento, como guías de posición, como complemento de las otras marcas en el pavimento, y en algunos casos como sustituto de otros tipos de marcadores.

#### **Reductores de velocidad tipo resalto**

Los resaltos a ejecutar serán de concreto Portland. La calidad de los materiales empleados en la construcción deberá garantizar la estabilidad del resalto, su unión a la Calzada y durabilidad. Su diseño y construcción será según la normativa vigente.

#### **Sistemas de Seguridad Vial y cerramiento**

La selección, implantación y diseño de los sistemas de contención se hará según lo establecido en la normativa vigente

Se prescribe el uso de barreras certificadas de acuerdo a las Normas NCHRP Report 350 de los Estados Unidos de Norteamérica o/y la EN1317 de la Comunidad Europea.

Para el cerramiento y defensas a disponer entre el tronco de la autopista y las vías auxiliares, se dispondrá una barrera de seguridad rígida de dos metros de altura como mínimo, a fin de prevenir la invasión fraudulenta de la autopista por parte de vehículos o peatones. Dicha barrera de seguridad se podrá sustituir por un elemento de contención de vehículos cuando exista un desnivel superior a 1,50 metros entre la rasante del tronco de la autopista y las vías auxiliares o calles adyacentes.

La defensa a disponer a lo largo del separador central será de concreto tipo New Jersey de 0,80 metros de altura mínima o la altura mínima determinada según el diseño.

#### **14 Tratamiento Paisajístico**

Para la elaboración del EDI relacionados con las Intervenciones que impliquen el diseño paisajístico, el CONCESIONARIO deberá cumplir con todas las especificaciones y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente.

#### **Tierra vegetal**

Se extenderá tierra vegetal que proporcione un sustrato que ofrezca garantías de desarrollo a la vegetación que se implante. La tierra vegetal existente en la traza se retirará, conservará y extenderá de nuevo. Para ello:

La tierra vegetal se extenderá sobre las zonas a restaurar, excepto taludes con una inclinación superior a 3H: 2V.

La operación de tendido se realizará preferentemente mediante maquinaria que no compacte excesivamente lo ya extendido.

El espesor de la capa extendida no será inferior a 15 centímetros medidos ortogonalmente a



la superficie del terreno.

- Las operaciones de extendido se retrasarán si la tierra vegetal se encuentra saturada de humedad. También se evitará extenderla tiempo antes de efectuar la hidrosiembra, es decir, que el tiempo que transcurra entre el extendido de la tierra vegetal y la aplicación de la hidrosiembra será el mínimo indispensable.

- Descompactación del terreno. Es necesario descompactar el terreno antes de proceder a instalar la vegetación. La descompactación es una labor que consiste en romper la costra superficial del suelo. La labor preparatoria del terreno será un gradeo realizado mediante una grada de discos, con una profundidad mínima de 15 cm. Para conseguir una preparación uniforme se deben dar dos pasadas cruzadas con el tractor.

### Hidrosiembras

Los componentes básicos de la hidrosiembra son el agua, el mulch, los estabilizadores o fijadores, los abonos, las semillas y los aditivos. Para esta actividad se indican las siguientes prescripciones:

**Agua.** Se admitirán todas aquellas aptas para el uso agrícola. No se utilizarán aguas salitrosas o con contenidos en cloruros o sulfatos superiores al 1%.

**Mulch.** Componente de la hidrosiembra a base de fibras vegetales (madera, paja o similar) que tiene por objetivo proteger a las semillas frente a la erosión y mantener las condiciones de humedad idóneas para su germinación.

**Estabilizadores o fijadores.** Actúan produciendo una aglomeración física de las partículas del suelo, evitando por tanto la erosión. Forman una película que permite la circulación del aire y mantiene la humedad del suelo.

- **Abono.** Los abonos deben ser fertilizantes de descomposición lenta. Se utilizará fertilizante mineral de descomposición lenta de tipo 15:15:15.

- **Semillas.** La mezcla de semillas para la hidrosiembra estará adaptada a las condiciones ambientales de Lima.

- **Aditivos.** En la mezcla a emplear no se añaden aditivos.

La hidrosiembra se realizará siempre en "dos pasadas"; la primera aportará la semilla con el resto de los componentes, mientras que la segunda contendrá sólo agua, mulch y estabilizador.

Las dosis de componentes a aplicar en cada pasada es la siguiente:

Cantidad de componentes de la hidrosiembra

	Fase de siembra	Fase de tapado
Dosis semillas	30 gr/m <sup>2</sup>	-
Estabilizador	20 gr/m <sup>2</sup>	15 gr/m <sup>2</sup>
Mulch	80 gr/m <sup>2</sup>	40 gr/m <sup>2</sup>
Abono NPK* o	30 gr/m <sup>2</sup>	-
Agua	2 l/m <sup>2</sup>	2 l/m <sup>2</sup>

\* Abono a base de nitrógeno, fósforo y potasio.

### Plantaciones

Se realizarán plantaciones en los taludes de desmonte y terraplén, en las superficies libres entre el tronco y las vías de enlace y en las glorietas.

Las plantas procederán de un vivero oficial o comercial acreditado, con un tamaño de 30 a 150 cm de



altura; se abrirán 40 x 40 x 40 cm para las especies plantadas con altura inferior a 1,00 m y de 60 x 60 x 60 cm para las especies procedentes de vivero con altura superior a 1,00 m.

Para taludes de desmonte o terraplén el diseño de áreas verdes se planteará con plantación de grupos de arbustos y pequeños arbolitos (bosquetes) ocupando el 30% de la superficie del talud.

Para las superficies a nivel se plantarán árboles al menos en un 25% de la superficie.

Para las glorietas se plantarán bosquetes de árboles y arbolillos en el 25% del total de la superficie. El sistema de riego a criterio del CONCESIONARIO.

### **Puesta en valor de áreas verdes**

En concordancia con lo establecido en la Cláusula 15.2 del Contrato de Concesión, respecto de las intervenciones que se deban hacer para la ejecución del Tramo 3 del Proyecto en la Avenida Separadora Industrial, el CONCESIONARIO deberá efectuar el diseño de un parque lineal como parte del Estudio Definitivo de Ingeniería del Tramo 3, ejecutándose las consultas a la población del distrito correspondiente sobre los elementos que consideran necesario disponer en el diseño del parque a ser construido. Con las sugerencias recogidas, mediante los medios que considere el CONCESIONARIO, se planteará propuestas de diseño para la implantación de la solución definitiva. Asimismo, a lo largo de la Avenida Separadora Industrial se implementarán zonas verdes modernas para la comunidad, analizando las especies existentes e implementando medidas que posibiliten su conservación o replantación, así como inclusión de nuevas especies autóctonas de la zona. Esto se podrá complementar con anfiteatros, áreas juegos, instalaciones para adultos, pistas deportivas, zonas verdes, zonas de mascotas, entre otros, en función de las solicitudes de la población y, siempre que sea técnica y económicamente viable. El diseño del parque lineal deberá permitir el acceso a personas con discapacidad, de conformidad con las Leyes y Disposiciones Aplicables, además deberá incluir instalaciones para el transporte público (paraderos) de manera ordenada y con acceso a personas con discapacidad.

Asimismo, respecto al Tramo 2 del Proyecto, las Partes acuerdan que el CONCESIONARIO deberá restituir las áreas deportivas, parques y/o similares que puedan verse afectadas y/o retiradas por la Construcción del Proyecto en dicho tramo.

## **15 Requerimientos para el diseño de las Instalaciones y equipos necesarios para la Operación y el Mantenimiento de la Vía**

### **15.1 Instalaciones**

#### **Alumbrado exterior (fuera de túneles)**

Se instalará iluminación en los siguientes elementos, además de a lo largo del tronco:

- Todos los intercambiadores, se dispondrá de iluminación en los ramales desde las vías de cambios de velocidad hasta las conexiones con las vías en donde enlazan. Se ilumina también el tramo del tronco de autopista entre ramales de salida e incorporación a los intercambiadores (tramo de tronco dentro del intercambiador).

Las Unidades de Peaje troncales y laterales.

- Se iluminan glorietas y pasos inferiores

- Instalaciones del área de control y mantenimiento

Áreas de control de las Unidades de Peajes troncales

- Zonas de pesaje

- En las vías auxiliares, en caso las luminarias existentes hayan sido removidas por el CONCESIONARIO.

Los báculos, luminarias y niveles de iluminación a conseguir se adaptarán a lo exigido en la normativa.



## Potencia a instalar

Se instalará la potencia necesaria para la iluminación de los elementos previstos. De esta forma, serán necesarias las acometidas siguientes para dotar de suministro eléctrico:

- Acometidas en todos los enlaces, las Unidades de Peaje troncales y laterales y ambos túneles.
- Acometidas en glorietas y pasos inferiores
- Acometida para las instalaciones del área de control y mantenimiento
- Acometida para las áreas de control de las Unidades de Peajes troncales

## Canalizaciones

### Canalizaciones en Tronco

El trazado de la canalización discurrirá por una de las márgenes de la Autopista Anillo Vial Periférico a lo largo de toda su longitud.

Esta canalización dispondrá de cuatro tubos de PVC de 110 mm, en una sección de 40x35 cm de concreto en masa tipo HM15. El resto del relleno de la zanja estará formado por material seleccionado compactado, que como mínimo tendrá un espesor de 50 cm. En cualquier caso, la profundidad definitiva de las canalizaciones no impedirá el drenaje de las capas del firme. Se incluirán también tritubos de acuerdo a la normativa vigente (4 tritubos de 40 mm de PVC)

### Canalización Secundaria

La canalización secundaria de conexión desde la canalización del tronco hasta las diferentes instalaciones específicas del CONCESIONARIO se dispondrá en:

- Conexiones entre la autopista y/u otras carreteras
- Equipos ITS
- Cruces de Calzada

## Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)

El CONCESIONARIO deberá cumplir con lo dispuesto en las especificaciones y/o normas técnicas que se listan a continuación:

### ➤ De Carácter internacional:

- I. NORMAS Y ESTANDARES ISO del COMITÉ TECNICO TC-204, sobre Sistema Inteligente de Transporte.
  - II. La Fibra Óptica a instalar con el objetivo realizar la infraestructura central de Telecomunicaciones debe cumplir con la recomendación ITU-T G.652d, con un mínimo de cuarenta y ocho (48) hilos.
  - III. Las características y especificaciones de la fibra óptica deben cumplir con las recomendaciones ITU-T serie G.600 a serie G.900, aplicables y pertinentes en relación con la red de transporte y fibra óptica.
- Otras especificaciones:
- IV. Los sistemas de gestión deben cumplir con el modelo de arquitectura física, funcional y de información, Recomendación UIT-T.M.3010.
  - V. Los sistemas de cableado estructurado deben cumplir con las recomendaciones de la norma EIA/TIA 568A.

Los requerimientos técnicos para sistemas ITS aquí descritos se complementan con los requerimientos del Apéndice 2 a este Anexo.

### a) Cámaras de TV



Se instalará un sistema de video vigilancia mediante cámaras de TV en las ubicaciones siguientes como mínimo:

- Centro de Control y Mantenimiento (4)
- Unidades de Peaje troncales (2 por plaza)
- Unidades de Peaje laterales (1 por plaza)
- Túnel 1 (suficientes para visualizar movimientos completos)
- Túnel 2 (suficientes para visualizar movimientos completos)
- Accesos y salidas (suficientes para visualizar movimientos completos)
- Puntos negros

El sistema de cámaras debe permitir la monitorización continua 24 horas/365 días del año, la cobertura de por lo menos 70% de la totalidad de la vía y el registro ante baja luminosidad o clima adverso.

#### b) Paneles de Mensajería Variable.

El objetivo fundamental de los Paneles de Mensajería Variable (PMV) es informar a los usuarios de los incidentes que se hayan producido en la vía y en caso de ser necesario, recomendar el uso de alternativas viarias.

La ubicación de los Paneles de Mensajería Variable se plantea en las aproximaciones a los principales enlaces, con la finalidad de poder informar al tráfico sobre cualquier incidencia en la Autopista en las proximidades de los enlaces.

De esta manera se propone la ubicación de los paneles de mensaje variable en los puntos siguientes:

- Aproximaciones al Enlace Evitamiento (un PMV por sentido)
- Aproximaciones al Enlace Central (un PMV por sentido)
- Aproximación a la entrada del Túnel II en sentido Norte (un PMV)
- Aproximación a la entrada del Túnel I en sentido Sur (un PMV)
- Aproximaciones al Enlace Panamericana Norte/Anillo Vial Periférico (un PMV por sentido)
- Aproximaciones al Enlace Ramiro Priale/ Anillo Vial Periférico (un PMV por sentido)

Los PMV dispondrán de un área de 64x64 píxeles para la difusión de pictogramas y tres líneas de 12 caracteres. Dado que se ubican en espacio abierto serán de tipo antivandálico y dispondrán de control automático de luminosidad y contraste. La instalación de los paneles se realizará en estructura metálica según la normativa vigente.

La información visualizada en los paneles será gestionada por los operadores del Centro de Control a través de la aplicación de gestión centralizada de tráfico. Para ello, los PMV dispondrán de una interfaz de comunicaciones IP con la red de gestión centralizada de tráfico. Se hará uso del protocolo NTCIP. Estos equipos necesitan de arqueta para la conexión de la alimentación y las comunicaciones y en el caso de aquellos que se ubiquen en el sentido contrario a por donde discurre la canalización, necesitarán de un cruce de Calzada. Este cruce se podrá evitar si en las proximidades coincide la instalación de una pareja de postes SOS.

#### c) Postes SOS

Se instalarán postes SOS en los túneles y en exterior en aquellos tramos donde no haya cobertura celular y cada 2,500m aproximadamente de distancia.

#### d) SCADA

El CONCESIONARIO del Túnel debe adoptar un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) de última generación sobre la operación y el mantenimiento que permita el registro e información, con especial atención a los indicadores de incidentes.



El Sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) deberá ser la herramienta que integre todos los sistemas ITS en los túneles, con el Centro de Control y Operaciones definido para la Concesión.

Bajo este modelo, tendremos las siguientes características como principales:

- Adquisición y almacenado de datos; para recoger, procesar y almacenar la información recibida, en forma continua y confiable.
- Representación gráfica y animada de variables de los sistemas ITS y monitorización de éstas por medio de alarmas.
- Arquitectura abierta y flexible con capacidad de ampliación y adaptación.
- Conectividad con otras aplicaciones y bases de datos, locales o distribuidas en redes de comunicación.
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control de los diferentes sistemas.

El control de cada sistema debe ser totalmente computarizado, con interfases hombre- máquina para permitir las ordenes de los operadores.

Los equipos de cómputo deberán contar con los programas operativos, de comunicaciones y de aplicación especializados para realizar la supervisión y el control del sistema.

#### Unidades de Peaje

Los requerimientos técnicos para Unidades de Peaje aquí descritos se complementan con los requerimientos del Apéndice 2 a este Anexo.

- ◆ Ubicación.

Se instalarán Unidades de Peaje en los siguientes puntos:

Área de Peaje	Nombre	P.K.
T1	Troncal Canta Callao (Tramo 1)	3+800/4+200
T2	Troncal Periférico Vial Norte (Tramo 2)	13+700/14+200
T3	Troncal Separador Industrial (Tramo 3)	31+300/31+800
L1	Lateral Los Álamos	15+800/15+900
L2	Lateral Central	26+400/26+900

- ◆ Sistema de peaje.

El sistema de peaje debe ser un sistema de control integral de peaje y debe ser diseñado para:

- ser seguro y eficiente,
- permitir el máximo control de los procedimientos de recaudación, control de fraude y control de incidencias,
- operar 24 horas al día, 365 días al año sin interrupción,
- soportar distintos tipos de vía: manual, automática, mixta, dedicada (exclusiva para telepeaje),
- soportar distintos medios de pago y/o recaudo: efectivo, tarjetas magnéticas, tarjetas sin contacto y telepeaje.
- facilitar la integración de nuevas tecnologías,
- estar alineado con las políticas de Interoperabilidad definidas por el MTC.



El sistema debe aplicar mecanismos de seguridad que:

- a) Impidan el acceso a personal no autorizado.
- b) Protejan ante acciones erróneas de los operadores.
- c) Garanticen la integridad y confidencialidad de los datos, tanto en su manipulación como en su transmisión.

◆ Medio de pago y tipos de vía.

Las vías de peaje deberán aceptar los siguientes métodos de pago y/o recaudo:

- efectivo,
- tarjetas magnéticas,
- tarjetas sin contacto,
- telepeaje.

Los peajes deberán contar con por lo menos 1 vía exclusiva de telepeaje por sentido en las plazas troncales (o la parte entera del valor resultante de calcular el 20% del número vías por sentido si es un número mayor). Además, se admitirán otros medios de pago que apuesten por la innovación y que faciliten agilidad en el pago y mejor servicio a los conductores, como son aquellos a través de la utilización de Apps (aplicaciones móviles) en teléfonos, tablets y otros dispositivos móviles.

Caso el CONCEDENTE, establezca una tecnología o estándar para el telepeaje para todo el país, el CONCESIONARIO deberá participar de dicho estándar y adoptar la tecnología instalada en las Estaciones de Peaje de la(s) vía(s) objeto de la concesión a la normatividad que para el efecto se establezca.

El CONCESIONARIO definirá el número de vías de cada tipo (manual, automática, mixta, dedicada) que resulten necesarios en cada Unidad de Peaje para garantizar el nivel de servicio solicitado.

◆ Vías e isletas.

Cada una de las vías de peaje tendrá una anchura de 3,50m, con especial atención a las vías de paso para camiones y/o transporte de carga, que podrán tener una mayor anchura. Habrá tantas isletas como vías de peaje. Cada vía estará equipada con una señal para indicar el estado de la vía, de luminancia ajustable y con acceso para el mantenimiento.

Cada vía de peaje dispondrá de una barrera de entrada de una barrera automática de salida. La barrera de entrada impide la entrada a un carril cerrado. La barreta automática de salida constituye el elemento de control de paso de los vehículos a través de las vías de cobro.

◆ Pavimentos.

Cada área de peaje tendrá un pavimento realizado en concreto armado y que cubrirá todo el ancho de la plaza de peaje.

◆ Galería de servicio.

Esta galería se realizará con hormigón armado y tendrá una sección transversal con dimensiones interiores mínimas  $b \times h = 2,50m \times 2,50m$ , que unirá el edificio de peaje con las vías y que también llevará cableado de energía y sistemas.

Las galerías de servicio se implantarán únicamente en la conexión de las cabinas ubicadas en los peajes troncales con el edificio de control del peaje.

◆ Marquesina

Se instalará una marquesina en cada plaza de peaje cubriendo las vías.



◆ Casetas de cobranza

Se implementarán casetas de cobranza en las islas separadoras de carriles, en función del flujo vehicular y el diseño del tipo de mecanismo de cobro.

◆ Estaciones de aforo

Se instalará una ubicación de aforo por sentido en cada tramo comprendido entre los principales enlaces del proyecto. Dichos tramos se muestran en la tabla siguiente:

TRAMOS PARA UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE AFORO
Faucet-Canta Callao
Canta-Callao-Universidad
Universidad-Panamericana Norte
Panamericana Norte-Los Álamos
Los Álamos-Ramiro Prialé
Ramiro Prialé-Central
Central-Huarochirí
Huarochirí-La Molina
La Molina-Evitamiento
Evitamiento-Circunvalación

**15.2 Edificios y urbanización**

Las obras y elementos mínimos a disponer por el CONCESIONARIO son las siguientes:

Se detallan las áreas de uso y urbanización de cada una de las zonas:

- Zona 1.- PK 4+000. Plaza de peaje troncal.
  - Superficie total a urbanizar 4.000 m<sup>2</sup>
  - Superficie edificio peaje 300 m<sup>2</sup>
  - Superficie edificio instalaciones 60 m<sup>2</sup>
- Zona 2.- PK 14+000. Plaza de peaje troncal y área de mantenimiento (entre túneles).
  - Superficie total a urbanizar 10.000 m<sup>2</sup>
  - Superficie edificio mantenimiento (oficinas y garaje) 750 m<sup>2</sup>
    - Superficie edificio de oficinas 300 m<sup>2</sup>
    - Superficie taller-garaje 450 m<sup>2</sup>
  - Superficie edificio de peaje (independiente del anterior) 300 m<sup>2</sup>
  - Superficie edificio instalaciones 60 m<sup>2</sup>
- Zona 3.- PK 32+000. Plaza de peaje troncal y área de control y administración.
  - Superficie total a urbanizar 3.000 m<sup>2</sup>
  - Superficie edificio peaje, centro de control y administración 600 m<sup>2</sup>
  - Superficie edificio instalaciones 60 m<sup>2</sup>

**Edificio de control, mantenimiento y administración**

Instalaciones específicas y equipos.

Se deberá disponer de espacio en la Sala de Operación y en la Sala de Servidores de los centros de control.

En base al equipamiento objeto de instalación y las funcionalidades de estos espacios se definen como requerimientos mínimos de espacio para los mismos:

Sala de Operación: 20m<sup>2</sup>



Sala de Servidores: 15m2

Considerando las dimensiones de los espacios y las características técnicas del equipamiento en ellos instalados se deberán disponer las instalaciones de climatización y extinción de incendios.

Se deberá tener en consideración la diferencia en los usos de los distintos espacios que se definen en el Edificio de Control, destacando:

- Sala de Operación: presencia de personal 24 horas.
- Sala de Servidores

Se considera necesario disponer en los centros de las siguientes instalaciones básicas:

- Suministro de agua potable
- Tratamiento de aguas residuales
- Suministro de alimentación ininterrumpida
- Suelo técnico
- Iluminación de emergencia
- Climatización

### Área y edificios de control de peaje

#### Instalaciones específicas y equipos.

Los edificios de peaje asociados a las distintas áreas de peaje (áreas y rampas de peaje) de la autopista presentarán además los siguientes requisitos:

#### **Requisitos**

- Suministro de agua
- Suministro de electricidad
- Generador de 50kVA en plazas troncales / Generador de 25kVA en rampas-plazas laterales
- SAI (suministro de alimentación ininterrumpido)
- Climatización
- Tratamiento de aguas residuales

En las plazas de peaje, se requerirá hacer llegar el cableado de alimentación eléctrica hasta los equipos de las vías de peaje



**ANEXO 3  
ASPECTOS TÉCNICOS**

**Apéndice 1**

**Requerimientos Técnicos Mínimos del Proyecto para Diseño y Construcción**

**ACÁPITE B**

**REQUERIMIENTOS TÉCNICOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS PARA SISTEMAS INTELIGENTES DE INFORMACIÓN - ITS**

**1. INFORMACIÓN PERMANENTE**

- 1.1. El CONCESIONARIO deberá mantener permanentemente disponible, usable y alcanzable la infraestructura de tecnología de información (hardware, software, sistemas de información, aplicaciones y portales web, interfases, redes locales de datos y voz, redes de telecomunicación, y en general todos los elementos constitutivos de teleinformática), con el fin de contar con información permanentemente actualizada del estado de todos los aspectos relacionados con la(s) vía(s).
- 1.2. La infraestructura de tecnología de información debe cubrir también, entre otros, todas las Estaciones de Peaje, Túneles, Estaciones de Pesaje, Estaciones de Tráfico y Centro de Control de Operación.
- 1.3. Esta información deberá estar siempre disponible para el CONCEDENTE, el Supervisor, los Usuarios y la comunidad en general, según el caso.
- 1.4. Los datos subidos a Internet a través de WEB SERVICES deberán seguir los estándares del mercado para cada uno de los tipos de datos que se estén usando (los cuales se deberán acordar con el CONCEDENTE previa a su instalación) y adicionar consolidados de la información en tablas de texto plano, de forma que siempre se garantice la compatibilidad de la comunicación y coordinación apropiadas.

**2. CANAL DE INFORMACIÓN**

- 2.1. El CONCESIONARIO deberá implantar un sistema de comunicaciones que cubra las exigencias de este Contrato. Para ello, a todo lo largo de la(s) vía(s), incluyendo Túneles, deberá implantar un sistema que incluya fibra óptica y sus canalizaciones, a través del cual se integren todos los elementos de los sistemas de control de tráfico (ITS), y que podrá explotar parcialmente previo acuerdo de los términos y condiciones que lo regulen con el CONCEDENTE. La operación de la fibra óptica se exigirá al comenzar la Etapa de Operación y Mantenimiento. En la Etapa Preoperativa el CONCESIONARIO podrá emplear medios alternativos para cumplir con los requerimientos de información solicitados.
- 2.2. Previo a la instalación de los servicios de comunicación, el CONCESIONARIO deberá acordar con el CONCEDENTE toda la información que se enviará y los protocolos mediante los cuales será enviada, los acuerdos establecidos deberán quedar consignados en un acta.
- 2.3. Los requerimientos de información deberán refrendarse en reuniones entre el CONCEDENTE, el Supervisor y el CONCESIONARIO, cada año para prever cambios tecnológicos, mejoras posibles y servicios adicionales que se puedan incluir para el adecuado monitoreo de la(s) vía(s). El resultado de estas reuniones deberá quedar consignados en un acta.
- 2.4. Los sistemas de comunicación deberán utilizar tecnología de punta para disminuir la posibilidad de obsolescencia durante la vigencia del Contrato.
- 2.5. La disponibilidad mensual de los equipos de telecomunicaciones deberá corresponder a los niveles de servicio indicados al caso.

**2.6. PÁGINA WEB**



El CONCESIONARIO deberá crear una página WEB, disponible para todos los Usuarios, en la que divulgue aspectos importantes de la Concesión

Como parte del diseño y la operación de la página web, servicio que deberá estar disponible 24 horas al día, el CONCESIONARIO deberá incluir un módulo informativo al usuario en el cual se indiquen, entre otros:

- valores de tarifas vigentes según zonas horarias de uso.
- avisos de cambios programados en valores de tarifas por zonas horarias de uso.
- los tiempos de viaje
- sectores con trabajos
- interrupciones de tráfico
- situaciones de túneles
- situaciones a considerar en pasos urbanos y poblaciones vecinas que puedan afectar las condiciones de operación y seguridad de la vía y otras situaciones que puedan afectar la transitabilidad de la vía
- trazado de la(s) vía(s)
- normatividad
- pesos máximos permitidos
- mapas con la ubicación de Áreas de Servicio y Áreas de Peaje
- noticias sobre avance de obras en marcha.
- Utilización del telepeaje, con canales de adhesión y puntos de atención.

La página también deberá ofrecer información acerca de todas las posibles formas de comunicación entre los usuarios y el CONCESIONARIO, el poder CONCEDENTE y la policía de Carreteras, así como ofrecer un espacio para que los usuarios manifiesten cualquier asunto de su interés.

El CONCESIONARIO deberá actualizar la información de la página web permanente, de tal manera que la información disponible se encuentre actualizada y sea relevante y oportuna para los usuarios.

## 2.7. BOLETÍN TRIMESTRAL

El CONCESIONARIO deberá producir y editar un boletín trimestral, con la misma información esencial para el usuario de la página web. La publicación deberá ser distribuida gratuitamente a todo aquel usuario que lo solicite.

## 2.8. EMISORA DE RADIO

El CONCESIONARIO deberá proveer y operar una emisora de radio dedicada a la difusión de información de la vía

El canal para sintonizar la emisora de radio y los cambios de dial se comunicarán a los usuarios a través de los Paneles de Mensaje variables y Señalización Fija. La emisora deberá ser sintonizable en toda la longitud de la vía y en cualquier punto kilométrico dentro del corredor del proyecto

## 2.9. APP MOVIL

El CONCESIONARIO deberá crear un aplicativo móvil, disponible para plataforma Android e IOS, que permita a todos los usuarios interesados, tener acceso a la información de la concesión a través de su Smartphone.

El App Móvil debe permitir visualizar la misma información presentada en la página WEB de la concesión, pero además, debe disponibilidad canales personalizados de información Usuario Concesión en función de su ubicación

Los canales de información aquí indicados deberán ofrecer la información correspondiente a cada fase del proyecto.

El alcance y contenido de los canales de información deberá ser presentada al supervisor y/o CONCEDENTE en fase de EDI como parte de la ingeniería de los SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE LA INFORMACIÓN

### 3. PLATAFORMA TECNOLÓGICA SGA:

El CONCESIONARIO deberá diseñar y desarrollar un sistema de control de activos que posibilite el control informático integral de operación y mantenimiento, desarrollando una plataforma o parametrizando una ya existente que permita el registro formal de toda la información que se genere durante la ejecución del Contrato en dichas fases. Esta Plataforma será referenciada con la abreviación SGA

Esta información servirá de base para la evaluación de los indicadores de gestión y sus niveles de servicio en tiempo real con el fin de tener el conocimiento del estado y avance de la obra, del estado de la vía en operación y mantenimiento así como los indicadores más importantes organizados por área de gestión.

El CONCESIONARIO podrá usar la plataforma que desee siempre que se cumplan con las especificaciones técnicas estipuladas en este documento completamente tanto en funcionalidades como en conexiones externas, APIS y Web Services.

Esta plataforma debe incorporar la administración de todos los equipos vía software (tipo SCADA) o por lo contrario usar conectarse mediante web services o APIs a cada equipo, mostrando la información en tiempo real y evaluando los niveles de servicio.

#### 3.1. ALCANCE, DESCRIPCIÓN FUNCIONAL Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La plataforma debe proveer todas las funcionalidades necesarias para permitir el registro de la información generada en la vía, túneles, peajes, aforos y pórticos, de forma que esta información permita el cálculo posterior de los niveles de servicio.

Toda la información registrada y procesada en la plataforma permitirá conocer el estado y disponibilidad de la vía, peaje, pesajes y pórticos en tiempo real.

#### Módulos mínimos a ser considerados en la plataforma:

La plataforma deberá contar con los módulos o partes diferenciadas:

##### a) Módulos Básicos:

- Sistema de información geográfica SIG.
- Módulo para la medición de indicadores, Niveles de servicio.
- Módulo de comunicaciones y CCO
- Módulo de reportes y paneles de control

##### b) Módulos específicos:

- Módulo de gestión de la información obtenida con el sistema de control del peaje.
- Módulo de gestión de la información obtenida con el sistema de control de pesajes y cargas extradimensionadas.
- Módulo de gestión de la información obtenida con los ITS en vía y Túneles: Pórticos, Postes S.O.S., etc.
- Sistema de gestión de la seguridad vial, gestión de la accidentalidad y eventos viales.
- Sistema de gestión del mantenimiento rutinario, correctivo y preventivo, tanto de la vía como de túneles, Peajes, Pesajes, pórticos y demás ITS.

#### Especificaciones técnicas mínimas:



Para garantizar la compatibilidad de todos los sistemas que se implanten en los contratos de tercerización del país y poder garantizar una estandarización y estructuración de la información en nivel superior se exigirán los siguientes requisitos técnicos mínimos:

- El sistema desarrollado debe ser una aplicación WEB compatible con al menos los navegadores Chrome, Firefox y teléfonos inteligentes (diseño responsive).
- Debe existir dos usuarios de la aplicación para el CONCEDENTE y el Regulador/Supervisor que permita el acceso irrestricto a la misma, permita generar informes y ver los paneles de control desarrollados con todos los indicadores y niveles de servicio calculados en tiempo real.

Debe tener una aplicación móvil (al menos Android) con capacidades desconectadas, es decir, debe permitir registrar el trabajo en campo sin ninguna cobertura de red, de forma que se puedan introducir los datos en vía, estado de los equipos, pórticos, cámaras y demás ITS, trabajos realizados sobre los equipos y tiempos de respuesta de estos. En el caso de los tiempos de respuesta el usuario no podrá modificar los tiempos (fecha y hora) ni su posición en la vía, siendo todos estos datos capturados automáticamente por la aplicación móvil. La aplicación móvil tendrá las siguientes funcionalidades mínimas:

1. La aplicación móvil debe tener una base de datos local para poder revisar información en campo,
  2. Debe permitir dar de alta y modificar datos de eventos, revisiones, inspección, incidencias, inventarios, etc. en campo y sin conexión para posteriormente realizar una sincronización de subida y de bajada.
  3. Debe permitir realizar fotos, almacenarlas y adjuntarlas a diferentes documentos. Posteriormente se deben sincronizar y subir al servidor
  4. Haciendo uso del GPS debe poder informar del Eje K y metros de la ubicación actual, incluso en modo "disconnected" (sin ningún tipo de red).
- La plataforma debe permitir la conexión a los sistemas de peajes, web services o las APIs de conexión existentes, así como la conexión en tiempo real con los ITS de la vía tales como pórticos, cámaras y diferentes equipos de medida estipulados en los anexos del contrato, de forma que se tenga la disponibilidad del equipo y los datos que se están generando en tiempo real. Debe permitir el control de las estaciones de peaje, pesaje y pórticos de forma que se pueda conocer el nivel de servicio del mismo, los tiempos de falla y los tiempos medios entre fallos, ejecución del SLA por parte de la empresa contratista, evaluación del nivel de servicio del equipo y su indicador correspondiente.
  - La plataforma debe permitir registrar todos los mantenimientos correctivos, preventivos y rutinarios que se realicen en la vía.
  - La plataforma debe permitir la conexión a los sistemas de pesajes implantados según el Contrato, usando web services o las APIs de conexión existentes. De forma que se controle el peso de vehículos de carga (Estaciones de Pesaje) y la vigilancia de las instalaciones de las Estaciones de Peaje, control de su disponibilidad, tiempo de falla y tiempo medio entre fallos así como la recopilación de todas las operaciones de mantenimiento rutinario, correctivo o preventivo que se realicen evaluado el tiempo de respuesta según los niveles de servicio, se deberán recopilar como mínimo los siguientes datos:

1. Clasificación de los vehículos de acuerdo con las categorías vigentes en la consola de Operación
2. Información automática acerca del monto a pagar
3. Recepción del pago en efectivo
4. Entrega del cambio y del comprobante de pago correspondiente
5. Autorización de levantar la barrera de salida
6. Clasificación de los vehículos de acuerdo con las categorías vigentes

- Con la información del peaje se debe calcular el IMD (Índice medio diario), entre fechas, diario, mensual, trimestral y anual.



• La plataforma debe integrarse con sistemas de Radio y Centralitas IP (Call Center) para almacenar las llamadas de emergencia relacionadas con la operación de la vía, el peaje, túneles, pórticos y demás equipos ITS.

• La plataforma deberá gestionar la seguridad, el tráfico y el estado del Proyecto, garantizando un nivel de seguridad vial homogéneo, según el plan de general de operación:

1. Asegurando unas condiciones óptimas de conservación de instalaciones, equipamiento y servicios, reportando en el sistema todas las operaciones que se realicen en la vía o su equipamiento (ITS, cámara, peajes, pesajes, etc.)
2. La plataforma debe gestionar la seguridad vial durante las 24 horas del día y de los 365 días del año, registrando cada evento que ocurra en la vía, en estaciones de peaje o tenga que ver con algún ITS.
3. Debe gestionar el mantenimiento y conservación de la estructura física y todos los equipos que la comprenden, la calzada y las instalaciones de los diferentes sistemas.
4. Control de circulación y mercancías peligrosas, registrando los datos más importantes del vehículo la carga y fecha, hora de su paso por el peaje, pórtico, pesaje o por la vía.
5. Registro automático o manual de todos los datos con el fin de poder calcular los niveles de servicio según indicador, estipulados en el segundo entregable.

• Se deben generar todos los informes y paneles de control con los indicadores de gestión más importantes y los niveles de servicio asociados para cada subsistema o módulo de forma que se pueda descargar a archivo Excel toda la información registrada en el sistema.

• La plataforma deberá garantizar la invariabilidad de la información que en él sea registrada. A ese efecto, toda operación que agregue, modifique o elimine datos debe quedar registrada en el sistema garantizando la trazabilidad, almacenando qué usuario modificó, qué fecha, hora y cuáles fueron las modificaciones realizadas. Es imprescindible poder acceder a esta información y que esta información se pueda compartir mediante un Web Service o una API REST.

• Debe exponer una API Rest que retornará una estructura JSON o XML, que permita entregar eventos según parámetros con los campos de datos más importantes.

• Se recomienda como gestor de base de datos PostgreSQL y PostGIS o similar, pero es imprescindible tener un gestor de bases de datos espaciales.

• Serán válidos sistemas en la nube contratados como servicio ("software as a service") sin embargo para asegurar el mantenimiento y funcionalidad el sistema deberá poderse reconfigurar los flujos información y procesos internos, los permisos y los informes de tal forma que la plataforma permita realizar todas estas gestiones sin necesidad de reprogramación, o recompilación o redespiegue de la aplicación, en este caso al término de la concesión, no será requerido el código fuente, pero sí la base de datos alfanumérica, la geoespacial y los archivos adjuntos. Todos estos entregables deberán ser compatibles con PostgreSQL y PostGIS.

• Otras especificaciones técnicas:

1. Realización de copias de seguridad cada 12 horas como mínimo y preferentemente cada 6 horas,
2. Firewall y seguridad suficiente (protocolo https://).
3. Alta disponibilidad superior al 99,0% mensual
4. Monitoreo de la aplicación en tiempo real y cálculo de los tiempos de respuesta de la misma menor a 3 segundos.
5. Mantener en línea la información de disponibilidad vial registrada para un periodo no inferior a

(2) años.

### 3.2. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS)

El CONCESIONARIO deberá gestionar en todo momento el archivo de los diseños as-built de la vía, túneles, peaje, pesajes, pórticos y demás ITS con el equipamiento completo y disgregado en unidad, tipo y modelo del equipo, en un sistema de información geográfico que use base de datos espacial, módulo PostGis o similar con las siguientes funcionalidades:

- Georreferenciar cada elemento del inventario y equipos en un modelo CAD dos dimensiones. Como mínimo se georreferenciarán los siguientes elementos:
  1. Pórticos y su equipamiento
  2. Cámaras
  3. Postes S.O.S.
  4. ITS
  5. Equipamiento de los peajes
  6. Básculas dinámicas y estáticas
  7. Viaducto
  8. Señalización vertical
  9. Señalización Horizontal
  10. Drenajes transversales y longitudinales
  11. Taludes
  12. Tipos de pavimento
  13. Defensas metálicas y de hormigón
- La plataforma debe poder gestionar la información espacial y alfanumérica de cada elemento del inventario siguiendo el modelo de datos estándar Unidad, tipo y modelo y Vía nacional, kilómetro, metros, latitud y longitud (WGS84).
- Realizar consultas sobre cualquiera de esos elementos (características del viaducto, tipología, dimensiones, etc.), verificar fechas de inspecciones, fotografías asociadas, etc.
- Realizar búsquedas específicas en el inventario (últimos elementos inventariados, viaductos de tipología específica, tramos de carreteras con un tipo de pavimento específico, etc.)
- El CONCESIONARIO deberá establecer un procedimiento para actualizar los diseños as-built cada vez que una actuación de mantenimiento u obra adicional los modifique.

### 3.3. MODULO DE GESTION DE PEAJES

El CONCESIONARIO de la vía registrará tantos vehículos transiten por cada Estación de Peaje incluyendo los vehículos exentos de pago si existieran y organizando la información conforme a la clasificación por categorías establecida en cada peaje.

Pueden existir tres tipos de cobro, manual, cobro automático o telepeaje. En cualquiera de las tres modalidades el sistema de gestión del peaje debe entregar mediante API de conexión o Web service los siguientes datos:

- Total Vehículos por hora y Día por carril.
- Total horario por turno.
- Total horario total Día Calendario por sentido.
- Total horario total Día Calendario total estación.
- Total diario por carril y categoría.
- Total diario por sentido.
- Total diario total estación.
- Total por turno por carril.
- Total por turno.
- Número de inconsistencias o/y discrepancias entre lo detectado por los sensores de paso y lo registrado por el recaudador en la consola de Operación, ya sea por clasificación del vehículo o por forma de pago. Se indicará día y hora en la cual se presentó, placa, caseta, turno y personal a cargo.
- Generación de reportes de totales en un periodo determinado, entre fechas.
- Total recaudado por categoría, día, hora o/y entre fechas.

El CONCESIONARIO definirá el número de carriles y la tecnología que resulten necesarios en cada Estación de Peaje para garantizar el nivel de servicio solicitado.  
El sistema de gestión del peaje debe tener las siguientes funciones para el cobro manual y automático:

**I. Para el cobro manual:**

- Clasificación de los vehículos de acuerdo con las categorías vigentes en la consola de Operación.
- Información automática acerca del monto a pagar.
- Recepción del pago en efectivo
- Entrega del cambio y del comprobante de pago correspondiente
- Autorización de levantar la barrera de salida

**II. Para el cobro automático:**

- Clasificación de los vehículos de acuerdo con las categorías vigentes;
- Información automática acerca del monto a pagar;
- Autorización del pago y del débito de la tarjeta por el monto correspondiente;
- Entrega del comprobante de pago correspondiente si el Usuario lo solicita
- Información del monto o número de peajes restantes en la tarjeta de prepago;
- Autorización del levantamiento de la barrera de salida.

La plataforma a desarrollar debe ser un Sistema de Control de Tráfico de forma que sea posible controlar y monitorear el tránsito de vehículos en la red vial.

Es imprescindible contar con un sistema de cámaras que permita la identificación de colas de vehículos en las vías de peaje. Este sistema estará dimensionado en un número de cámaras necesario para permitir registrar en tiempo real la longitud y tiempo de duración de las colas de vehículos que se formen en cada vía, por estación de peaje y en el sentido de circulación.

Cada Estación de Peaje cuenta con todo un equipamiento que debe reportar en tiempo real a dicho el Sistema de Control de Tráfico, como mínimo se debe recibir información de siguientes equipos:

- Equipos de detección y sensores de pista (o carril)
- Paneles de mensajes variables
- Equipos de monitoreo meteorológico
- Vehículos de inspección de tráfico
- Circuito cerrado de TV (CCTV)
- Cámara panorámica
- Detectores de altura
- Sistemas de control de velocidad
- Demás sistemas complementarios aportados por el CONCESIONARIO como adicionales

Todos estos equipos reportaran la información de su disponibilidad y los datos obtenidos en tiempo real usando Apis de conexión o web services.

**3.4. MÓDULO DE GESTIÓN DE PESAJES Y CARGAS EXTRA**

La plataforma debe permitir la conexión a los sistemas de pesajes usando web services o las APIs de conexión que tengan o se desarrollen por parte del CONCESIONARIO para cada equipo, con el objetivo de conocer la operación del pesaje en tiempo real.

Cualquier tipo de pesaje debe reportar a la plataforma la Información del pesaje de los vehículos que se pesan, con registros diarios del número de controles, hora, tipos de vehículos, categoría, peso y si el peso esta por fuera de lo legal la infracción de tráfico adjunta.

Asimismo, el CONCESIONARIO deberá establecer un procedimiento para el control de transporte de cargas extradimensionadas y/o extrapesadas y/o peligrosas, acorde con la normativa aplicable que permita:

- El Registro en la plataforma de la descripción detallada de todos los eventos de transporte de cargas de este tipo que se presenten en la vía.
- El Archivo y registro de las actas emitidas por autoridades relacionadas con al proceso de control, si las hubiere.

**3.5. MÓDULO DE GESTIÓN DE PÓRTICOS, CÁMARAS, POSTES SOS y DEMÁS ITS.**



La plataforma debe permitir la conexión a los sistemas de gestión de los pódicos, cámaras, postes S.O.S. y demás ITS mediante Webservices o APIs de conexión.

La plataforma debe permitir el control en tiempo real de la disponibilidad de cada equipo, hora del fallo y tiempo medio entre fallos así como la recopilación de todas las operaciones de mantenimiento rutinario, correctivo o preventivo que se realicen en cada uno de los equipos instalados disgregando sus subequipos o subpartes.

La plataforma deberá evaluar el tiempo de respuesta en la reparación de cada equipo según los niveles de servicio usando la aplicación móvil de vía antes descrita.

La plataforma debe emitir alertas cuando alguno de estos sistemas este caído y reportar cuando vuelva a estar up & working calculando el tiempo de disponibilidad y evaluándolo contra el nivel de servicio en tiempo real.

### 3.6. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL (SGSV)

La plataforma debe contar con un sistema de seguridad vial en el que se puedan registrar todos y cada uno de los datos que se generen en la operación en vía, gestión de accidentes, incidentes y eventos varios, registrando los tiempos de respuesta y evaluándolos en tiempo real, creación de nuevos partes de operaciones, servicios prestados en vía, informes consolidados de operación en la vía, Bitácoras de incidentes, accidentes y demás información que se requiera en el proyecto.

Para registrar los eventos que ocurran en la vía, la plataforma debe contar con una bitácora de control informática, que se actualice en tiempo real de forma que usando la aplicación móvil se registren de forma inmediata todos los procedimientos de atención estipulados en el Manual de Operación. Esta bitácora es un software base para el centro de control de operaciones quien es el que controla y administra todos los eventos que sucedan en el proyecto.

La plataforma debe poder calcular los tiempos de respuesta de los equipos de atención en vía. Para ello se usará la aplicación móvil descrita anteriormente que no debe permitir la modificación de fecha, hora, usuario, latitud y longitud.

La plataforma debe contar con el registro de las llamadas de información o/y emergencias relacionadas con cada evento o situación conectándose a centralitas IP o sistemas de Radio registrando fecha, hora, tipo de ocurrencia, personal de atención, acciones adoptadas y demás datos que se obtienen en el Call Center del proyecto.

En vía se recopilarán como mínimo los siguientes datos:

- a) Información de accidentes, relacionando cada uno de ellos en una ficha que contendrá al menos los siguientes datos:
  - i. Localización del accidente (PK ajustado a las decenas de metros y lugar exacto de la calzada).
  - ii. Número de víctimas mortales y clasificación por edad y género.
  - iii. Número de heridos graves y clasificación por edad y género.
  - iv. Número de heridos leves y clasificación por edad y género.
  - v. Número de vehículos implicados y categoría, marca, tipo, clase y descripción de cada uno de ellos.
- b) Registros de eventos o incidentes:
  - i. Localización del Incidente (PK ajustado a las decenas de metros y lugar exacto de la calzada).
  - ii. Tipo de incidente causa más probable del incidente
  - iii. Tipo de derrumbe u objeto en vía si lo hubiera

### 3.7. SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO CORRECTIVO Y PREVENTIVO ASOCIADO A LA MEDICIÓN DE INDICADORES, DE EQUIPOS, ITS, PORTICOS, EQUIPOS DE PEAJES Y PESAJES Y ELEMENTOS VIALES.

Todos los trabajos de mantenimiento de equipos y/o elementos de la vía se deben incluir en la plataforma, con especial atención a los túneles, de forma que la plataforma mida los tiempos de respuesta para cada mantenimiento y evalúe si se están cumpliendo los niveles de servicio que se establecen en el Contrato de Concesión.

Toda medición de un indicador que registre un valor por debajo o por encima del valor estipulado en los niveles de servicio se considerará un mantenimiento correctivo.



La acción correctiva se considerará exitosa cuando el parámetro de condición evaluado cumpla con el nivel de servicio correspondiente.

Los campos mínimos que deben tener acción correctiva exitosa deben ser:

- El identificador del parámetro de condición
- La descripción de la acción correctiva realizada y tiempo de respuesta
- La fotografía digital o el registro en video efectuado antes de realizar la acción correctiva, que permita apreciar claramente la evidencia acerca del incumplimiento.
- El reporte de la nueva evaluación del parámetro de condición

Para las acciones preventivas el CONCESIONARIO estará obligado a formular la declaración de inicio de trabajo preventivo por lo menos cinco (5) Días antes a que se inicien las maniobras que reduzcan la disponibilidad de la vía, pórtico, peaje, pesaje o demás ITS, en la zona de intervención. Este reporte se debe realizar en la plataforma de tecnológica para el sistema vial a través de la aplicación móvil.

Por último, la plataforma debe permitir organizar y planificar las operaciones rutinarias de forma que se pueda tener todos los trabajos realizados en la vía, en sus elementos y/o equipos, peajes, pesajes, pórticos, y demás ITS.

La plataforma deberá generar un informe entre fechas de las actuaciones sobre los elementos físicos del sistema vial, equipos, peajes, pesajes y demás ITS, con indicación de las características modificadas y códigos de inventario de los elementos cambiados y las operaciones de mantenimiento realizadas y los niveles de servicio actualizados.

### 3.8. MODULO PARA LA MEDICIÓN Y EVALUACION DE LOS NIVELES DE SERVICIO

Este módulo deberá estar interrelacionado profundamente con el módulo de gestión de la conservación y mantenimiento preventivo, correctivo y rutinario de tal forma que se puedan originar automáticamente las órdenes de trabajo necesarias para la corrección de los incumplimientos en los niveles de servicio detectados en el proceso de inspección de cada indicador.

Esta relación debe permitir el seguimiento temporal y de ejecución de dichas órdenes de trabajo y debe alertar e informar pertinentemente de los tiempos máximos de ejecución para la corrección de cada incumplimiento en un nivel de servicio.

Este módulo debe permitir la configuración y el posterior control y alerta de los tiempos máximos permitidos para la corrección de los incumplimientos detectados en el proceso de inspección de cada indicador.

Es imprescindible que dichos tiempos máximos de corrección puedan ser configurados para cada indicador, para cada tramo diferenciado, y para cada tipo de incumplimiento.

### 3.9. MÓDULO DE COMUNICACIONES Y CCO

La plataforma tecnológica deberá coordinar toda la operación del proyecto en el Centro de Control de Operaciones (CCO) para ello el sistema de información georreferenciada (SIG) debe estar provisto del monitoreo del sistema vial, con la posición en tiempo real de los eventos en vía, peaje, túneles, pesaje, ITS y de las unidades que lo atienden.

En el Centro de Control de Operaciones se recibirán además los avisos emitidos desde las estaciones de emergencia, incluyendo pórticos, postes S.O.S. y demás ITS que puedan reportar alertas, mediante los protocolos descritos anteriormente (Web Service o API de conexión) y todo ello se mostrará en el Sistema de Información Geográfica, mostrando la disponibilidad actual (Activo o no) geoposicionado el equipo en la representación CAD 2 D.

El encendido y apagado de la instalación de iluminación de los tramos alumbrados de la(s) vía(s) podrá también ser controlado desde el Centro de Control, independientemente de que cuente con programadores locales que permitan establecer un horario de encendido, todo ello se registrará en el sistema manualmente como la aplicación móvil o automáticamente con Web Services o Apis de conexión.

El CONCESIONARIO deberá realizar las actividades de Operación necesarias para que el funcionamiento de los sistemas de comunicación cumpla con los niveles de servicio estipulados.

El contratista debe, garantizar la integración de todos los elementos de los sistemas de control de tráfico (ITS), así como los equipos que integran el peaje o pesaje, equipos de túneles y demás equipamiento vial instalado o exigido.

Los sistemas de comunicación deberán utilizar tecnología punta para disminuir la posibilidad de obsolescencia durante la vigencia del contrato.

### 3.9.1. Sistemas de Comunicación

La plataforma debe contar con una API REST que retornará una estructura JSON o XML, que como ejemplo básico debe entregar los eventos comprendidos entre las dos fechas parámetro (<pendiente definir listado de campos>), vehículos (<pendiente definir listado de campos>), personas implicadas (<pendiente definir listado de campos>) y servicios asignados (<pendiente definir listado de campos>).

Si no cuenta con API REST deberá contar con WEB SERVICES que recopilen toda la información registrada en el Centro de Control Operacional (CCO).

Estos WEB SERVICES deberán ser configurables para que pueda ser accedido con o sin una combinación de usuario y contraseña, y garantizando la seguridad de los datos; cada uno de los WEB SERVICES deberán permitir al menos diez (10) usuarios concurrentes.

Los datos subidos a Internet a través de WEB SERVICES deberán seguir los estándares del mercado para cada uno de los tipos de datos que se estén usando y adicionar consolidados de la información en tablas de texto plano, de forma que siempre se garantice la compatibilidad de la comunicación y coordinación apropiadas (JSON o/y XML).

Bien por medio de la API REST o de los Web Services se deberá generar información histórica consolidada con una periodicidad, diaria, mensual, trimestral, anual y entre fechas generando tablas de datos de los siguientes ítems:

1. Indicadores de seguimiento de la Concesión, tanto en fase de Obra como de Operación.
2. Vehículos por categoría y por sentido en cada estación de peaje, con una periodicidad mínima de horas (24 datos al día) y un consolidado diario.
3. Recaudo por categoría de vehículo por peaje y por sentido.
4. Información de accidentes identificados o reportados en la(s) vía(s), dando una tipificación del accidente y el km donde se reporta el mismo.
5. Información sobre las condiciones meteorológicas en la(s) vía(s).
6. Disponibilidad de las estaciones de peaje, pesaje, túneles, pódicos y demás ITS, así como los mensajes desplegados en los paneles de información fijos, detallando el mensaje y la periodicidad con la que pasa.
7. Disponibilidad del Control de Operaciones.
8. Disponibilidad de la plataforma tecnológica para el sistema vial.
9. Información de cualquier circunstancia que afecte o interrumpa la Operación normal de la carretera.
10. Operaciones de mantenimiento detallando las variables, tipo de operación, tiempo de respuesta, kilometro, operación realizada y personal asignado.

Adicionalmente y con el objetivo de consultar la información geo- referenciada se podrán consultar todos los elementos geoposicionados conociendo sus datos principales y su geoposición (WGS84) de forma que este Web Service permita exportar estos inventarios a otras plataformas.

### 3.10. MODULO DE REPORTES, INFORMES Y PANELES DE CONTROL

Con el fin de poder conocer toda la información que se registre en el sistema y la evaluación de los indicadores, el sistema deberá generar tantos reportes e informes sean necesarios para conocer el estado de cada nivel de servicio, operaciones de mantenimiento todo ello entre fechas.

Por otro lado, la plataforma generará un panel de control ("Dashboard") con todos los Indicadores más importantes para la gestión de los equipos, niveles de servicio y estado de obra, operación y mantenimiento.

Se debe generar un informe mensual del estado de todos los niveles de servicio detallando cada nivel y las operaciones realizadas sobre el mismo. Este informe se generará y presentará de forma mensual usando la plataforma, en el plazo definido en el Contrato de Concesión. Estos informes deberán tener fecha, hora y usuario que lo generó.



### 3.11. INICIO DE OPERACIONES Y REVERSION DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA SGA

#### 3.11.1. Inicio:

Antes del inicio de operación de la plataforma se realizará una batería de 10 sesiones de pruebas en conjunto entre el CONCESIONARIO, el CONCEDENTE y los especialistas que se determinen con el objeto de comprobar el cumplimiento total de las especificaciones técnicas estipuladas en este documento.



Una vez realizadas las pruebas con éxito, el CONCEDENTE emitirá un acta que incluya todo el protocolo de pruebas realizado, los casos de éxito y la no objeción a l sistema pudiendo entrar la plataforma en operación e iniciando la medición de los indicadores y generando el informe mensual de los mismos.

#### 3.11.2. Reversión:



La licencia de la plataforma debe ser reversible al CONCEDENTE de forma que al terminar el plazo del contrato, el CONCEDENTE sea dueño del sistema. Se permiten dos tipos de licenciamiento de la plataforma:

- 
- 1) Serán válidos sistemas en la nube contratados como servicio (“software as a service”). Sin embargo para asegurar el mantenimiento y funcionalidad el sistema deberá poderse reconfigurar los flujos información y procesos internos, los permisos y los informes de tal forma que la plataforma permita realizar todas estas gestiones sin necesidad de reprogramación, o recompilación o redesplice de la aplicación, en este caso al término de la concesión, en el caso de sistemas en la nube como servicio, no será requerido el código fuente pero sí la base de datos alfanumérica, la geoespacial y los archivos adjuntos. Todos estos entregables deberán ser compatibles con PostgreSQL y PostGIS.
  - 2) En el caso de que el sistema requiera para la creación de nuevos flujos y procesos internos, informes o permisos la reprogramación, o recompilación o redesplice, el CONCESIONARIO deberá entregar el código fuente y una formación mínima necesaria a la concesionaria para su correcto posterior mantenimiento y ampliación en base a las necesidades actuales y futuras.

### 3.12. REGISTRO FIN DE OBRA

Una vez terminado un tramo se introducirá en el SGA toda la información geoespacial tanto de las estructuras de la vía, como de sus elementos o/e ITS, de forma que se pueda iniciar la medición de indicadores en el momento de entrega del tramo.



### 4. SISTEMA DE CONTROL DE LA VELOCIDAD.

El sistema de control de velocidad permitirá una fiscalización electrónica de los vehículos en las zonas de máximo riesgo de accidentabilidad, con especial atención en los tramos de túneles.

De forma orientativa, los dispositivos irán instalados sobre un portico transversal a la vía monitorizada al inicio y final del tramo.



Dependerá del CONCESIONARIO proponer la tecnología y composición de los sistemas de detección de velocidad, siguiendo estándares internacionales comprobados en eficacia caso no existir normas locales que lo regulen.

El CONCESIONARIO propondrá los puntos de implementación de estos sistemas en función de las variables comentadas:

- Accidentabilidad
- Puntos Negros de tránsito

Siendo de forma mínima exigible la instalación del sistema de control de velocidad en tramos de los túneles en ambos sentidos.



La información capturada debe ser procesada por la Concesionaria, generando tanto informes de comportamiento del tránsito, según velocidad, como además generar “expedientes digitales” para aquellos tránsitos que sobrepasen ciertos umbrales de velocidad a ser definidos conjuntamente con el poder

CONCEDENTE y con la capacidad de ser ajustados durante todo el tiempo de operación.

Los expedientes digitales serán compartidos con el poder CONCEDENTE o a quien este designe. Asimismo, tanto formato como el modo de envío de los Expedientes digitales generados para cada tránsito que sobrepase el límite de velocidad, será especificado en conjunto al poder CONCEDENTE.

## 5. SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN VEHICULAR.

Vehículos con exceso de peso es una amenaza seria a la infraestructura vial e impone un peligro a la seguridad a todos los usuarios, en especial atención a la circulación por túneles.

Por eso se propone la implementación de un sistema de vigilancia de los vehículos a nivel de exceso de peso y dimensiones en condiciones normales de circulación, es decir, sin afectar en modo alguno a su velocidad de paso o trayectoria en curso.

El CONCESIONARIO deberá verificar sistemáticamente el peso y dimensiones de los vehículos que transitan por la vía objeto de este proyecto, de forma que pueda identificar aquellos fuera de los límites permisibles peso y/o dimensiones con objeto tanto de comunicarlos a las autoridades competentes como de tomar las acciones que estén definidas en los manuales de operación para tales casos, con vistas a garantizar la seguridad en todo momento en la vía.

Este sistema realiza las funciones de clasificación vehicular identificando los principales parámetros como son las dimensiones y número de ejes de los vehículos, el pesaje en movimiento a velocidad normal de circulación por la vía y la identificación por la placa tanto frontal como trasera para camiones.

### 5.1. Dispositivos mínimos que componen el sistema:

- WIM – Sistema de Pesaje dinámico o Weigh in Motion.
- Cámara LPR con contexto en color.
- Sensor Clasificador tecnología láser y/o radar
- Cámara
- Laser y/o Raser

### 5.2. Funciones básicas a ser implantadas:

- **Características de Peso:**
  - Peso bruto
  - Peso del remolque
  - Peso por eje
  - Peso de grupos de eje
  - Peso desequilibrado
- **Características del vehículo**
  - Clase del vehículo
  - Velocidad del vehículo
  - Detección del remolque
  - Número de ejes
  - Detección de rueda doble
  - Medición del perfil 3D del vehículo
  - Placa.

### 5.3. Precisión de medición

- Caso no haber normativa local que regule el sistema WIM, se deberá cumplir los requerimientos COST-323 clase A (5).

### 5.4. Características y Funcionalidades

El sistema deberá ser instalado al menos uno por sentido de la vía, de tal forma que se tenga identificado los datos del vehículo a lo largo de su permanencia en la vía.

Dependerá del CONCESIONARIO proponer la tecnología y composición de los sistemas de identificación.

vehicular que permitan obtener las características de peso y del vehículo según requerido, siguiendo estándares internacionales comprobados en eficacia, caso no existir normas locales que lo regulen.

Los dispositivos que componen el sistema de detección vehicular irán instalados sobre un pórtico transversal a la vía monitorizada cumpliendo éste las exigencias técnicas de seguridad correspondientes.



**ANEXO 3  
ASPECTOS TÉCNICOS**

**Apéndice 1**

**Requerimientos Técnicos Mínimos del Proyecto para Diseño y Construcción**

**ACÁPITE C**

**REQUERIMIENTOS TÉCNICOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS DEL PROYECTO REFERENTES AL  
MODELADO DE INFORMACIÓN DE CONSTRUCCIÓN (BIM, BUILDING INFORMATION  
MODELLING)**

**1.0 INTRODUCCIÓN**

El presente documento debe de servir de base para definir los requisitos respecto a la implantación y aplicación de metodología BIM en el Contrato de Concesión, según lo establecen las Leyes y Disposiciones Aplicables.

Se implementará el uso de la metodología BIM (*Building Information Modeling*) en todas las fases del Contrato de Concesión.

En ese contexto, el CONCESIONARIO deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Aspectos generales asociados a la aplicación de metodología BIM;
- Objetivos de la aplicación de metodología BIM;
- Usos del BIM de aplicación en cada fase del Proyecto;
- Desarrollo de los modelos BIM;
- Gestión de la Información; y,
- Entregables: Planos, Plan de Ejecución BIM (en adelante, el "PEB") y modelos BIM del proyecto constructivo.

**2.0 ASPECTOS GENERALES ASOCIADOS A LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍA BIM**

**• Condiciones Generales**

Las condiciones particulares BIM no cambian ninguna relación contractual ni modifican las responsabilidades acordadas por las Partes en el Contrato.

El CONCESIONARIO será responsable de los modelos digitales 3D de información y de la calidad de estos, teniendo el papel de Parte Designada Principal (en adelante, la "Parte Designada Principal"). Asimismo, deberá responder por sus subcontratistas y la calidad de la información que estos aporten. En ese sentido, el CONCESIONARIO también tendrá el rol de "Coordinador BIM" con las empresas contratistas, cumpliendo con lo establecido en la Guía Nacional BIM - Gestión de la información para inversiones desarrolladas con metodología BIM, aprobada por el Ministerio de Economía y Finanzas (en adelante, la "Guía Nacional BIM"), y las demás Leyes y Disposiciones Aplicables.

**• Propiedad del modelo**

El CONCEDENTE se declara propietario de toda la información producida en el Contrato, ya sea digital o no digital; y del derecho a su uso, disfrute, reproducción, entre otros.

El modelo BIM generado para el Proyecto, es parte del Contrato de Concesión, y es y será propiedad exclusiva del CONCEDENTE, la cual incluye, sin ser limitativos, los diseños, planos, cuadros, imágenes, cronogramas, metrados, tablas, memorias, especificaciones técnicas, metadatos, entre otros, contenidos en el mismo. También incluye al contenido mismo dentro del modelo BIM y cualquier otro contenido presentado como parte de éste.

Durante la Construcción del Proyecto, el CONCESIONARIO será el responsable de velar por la idoneidad de los modelos generados.

Cualquier uso lucrativo o no lucrativo de los modelos BIM, por parte del CONCESIONARIO y/o cualquier

tercero, deberá ser autorizado previamente y por escrito por el CONCEDENTE.

Queda prohibida, bajo responsabilidad del CONCESIONARIO, la difusión o comunicación de los planos, modelos y demás información proporcionada por el CONCEDENTE y/o generadas en el proceso del modelo BIM, sin autorización expresa del CONCEDENTE. El CONCESIONARIO es responsable del cumplimiento de estas obligaciones además de guardar la confidencialidad correspondiente, según corresponda.

- **Derechos del CONCEDENTE y del REGULADOR**

El CONCESIONARIO deberá dar pleno acceso al CONCEDENTE y/o al REGULADOR para que efectúen las auditorías de calidad y de colaboración en el "entorno común de datos", de acuerdo a lo establecido en la ISO 19650 y en las NTP-ISO 19650-1:2021 y NTP-ISO 19650-2:2021, según se vayan modificando; además de considerar los procesos establecidos en la Guía Nacional BIM. De manera que el CONCEDENTE y/o el REGULADOR pueda acceder a los modelos de información BIM producto de entregas oficiales correspondientes.

- **Estándares**

El CONCESIONARIO será el responsable de definir un esquema de estandarización basado en los principios de la metodología BIM tomando como principal referencia la Guía Nacional BIM, según se vaya modificando.

Se admitirán la utilización de otros estándares y clasificaciones como el ISO 19650, ISO 16739, ISO 12006, ISO 29481, PAS 1192 y otros debidamente justificados, según corresponda.

- **Software**

Los modelos BIM se llevarán a cabo con el software a elección del CONCESIONARIO previa conformidad del CONCEDENTE, según lo establezcan las Leyes y Disposiciones Aplicables.

Se presentará como parte del PEB una propuesta de software para dar respuesta a cada uno de los usos BIM requeridos, preferiblemente en forma de mapa de software. El o los softwares elegidos deberán permitir la revisión y/o auditoría del CONCEDENTE y/o del REGULADOR en cualquiera de sus entregas.

El CONCESIONARIO deberá realizar las capacitaciones necesarias para garantizar la utilización del o los softwares elegidos, con el objetivo además de formar al CONCEDENTE y al REGULADOR con los conocimientos necesarios y suficientes para poder realizar estos sus respectivas funciones. El contenido de las capacitaciones tanto a nivel de temario, plazos, cantidad de participantes, horas de capacitación entre otros, deberá estar indicado en el PEB.

El o los softwares/s seleccionado/s deberán ser capaces de realizar modelos 3D exhaustivos con los niveles de detalle requeridos por el CONCEDENTE, el REGULADOR y las Leyes y Disposiciones Aplicables, teniendo en cuenta las particularidades de las Obras objeto del presente Contrato.

El CONCESIONARIO deberá realizar todas las pruebas y ajustes necesarios para que la estructura de información de los modelos nativos y su exportación a formatos abiertos "open BIM" cumpla con los requerimientos del CONCEDENTE y las Leyes y Disposiciones Aplicables, definidos y aprobados en el PEB.

El "modelo final BIM" será entregado en archivo nativo definido en el PEB, incluyendo todas las librerías, familias, objetos, entre otros.

- **Infraestructura compartida**

El CONCESIONARIO deberá proveer, durante todo el periodo de la Concesión, la infraestructura necesaria (hardware, software y licencias) para ejecutar la metodología BIM por parte del CONCEDENTE y/o del REGULADOR, según las responsabilidades definidas en el Contrato de Concesión.

Esta infraestructura debe estar incluida en el PEB en un detalle técnico suficiente para poder evaluar su eficiencia. Se admitirá además una infraestructura en una nube (cloud). Así mismo, la cantidad de

usuarios será definida en el PEB.

• **Roles BIM**

El CONCESIONARIO deberá de coordinar la ejecución de los modelos de información de las distintas especialidades, asegurando el cumplimiento de los requisitos de Información, normativas y procedimientos establecidos para la gestión de la información BIM, según lo establece la Guía Nacional BIM y las demás Leyes y Disposiciones Aplicables. Para ello, el CONCESIONARIO deberá presentar dentro del PEB, un equipo de especialistas que pueda articular la implementación de esta metodología en el Proyecto, que podrán formar parte de sus subcontratistas.

La dimensión del equipo BIM y los requerimientos sugeridos para los roles BIM, que deberán ser asignados por el CONCESIONARIO, se definirán tomando como referencia la Guía Nacional BIM y se ajustarán a las necesidades que el CONCESIONARIO estime oportunos.

• **Aseguramiento de la calidad**

El CONCESIONARIO compartirá, como parte del PEB, la definición del sistema de aseguramiento de la calidad BIM para garantizar el cumplimiento de lo expuesto en dicho documento contemplando estándares internacionales de calidad (ISO 9001, según sea modificado). Se celebrarán reuniones de coordinación durante el diseño y la Construcción del Proyecto para asegurar el cumplimiento del PEB y controlar la coordinación espacial.

El CONCESIONARIO deberá de promover el desarrollo de las sesiones ICE (*Integrated Concurrent Engineering*) con la participación de los interesados del Proyecto.

• **Gestión de la Información**

Dentro del proceso de generación de información en los modelos BIM, se deberá contemplar las actividades del proceso de gestión de la información BIM, con especial atención a los principales pasos indicados en la Guía Nacional BIM: (5) movilización, (6) producción colaborativa de la información, (7) entrega del modelo de información y (8) el fin de la fase de ejecución.

**3.0 OBJETIVOS DE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍA BIM**

A continuación, se enumeran y describen los objetivos a conseguir mediante la implantación de la metodología BIM en el Proyecto:

La consecución de dichos objetivos vendrá dada mediante la aplicación de los "usos BIM" determinados para cada objetivo.

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECIFICO	EDI	EJECUCIÓN DE OBRAS	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
		¿Aplica?	¿Aplica?	¿Aplica?
Proporcionar soporte en la toma de decisiones	Mayor conocimiento de las propuestas de solución.	X	X	X
	Mejora de la capacidad de reacción ante imprevistos.	X	X	X
	Mejora de comunicación entre agentes implicados.	X	X	X
Centralización de la información de los activos	Mejora en la calidad de los procesos evitando duplicidad de información.	X	X	X
	Reducción de riesgo de sobrecostes en obra debido a la utilización de información actualizada.		X	
Facilitar la	Mejor análisis de cumplimiento	X	X	



interpretación y comunicación del proceso constructivo	de requerimientos.			
	Ciclos de aprobación externos más rápidos (trámites).	X	X	
Garantizar la coordinación entre disciplinas del proceso constructivo	Visualización de las prescripciones del proyecto.	X	X	
	Definición detallada de las soluciones multidisciplinarias.	X	X	
Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones	Colaboración entre propiedad/equipos de diseño/construtores.	X	X	
	Coordinación entre disciplinas/subcontratistas.		X	
Mejorar la gestión de cambios durante el proceso constructivo	Anticipación en la detección de problemas de coordinación en obra.	X	X	
	Facilitar la evaluación de procesos de construcción.	X	X	
	Disponer de planos de producción fiables detallados por disciplina	X	X	
	Incremento de la productividad personal		X	
Facilitar la gestión de la infraestructura acabada	Reducción del riesgo en actividades críticas		X	
	Trazabilidad de las decisiones de cambio.	X	X	
Apoyar la transferencia de información desde diseño y obra a las fases de operación y mantenimiento	Evaluación eficiente del impacto económico de las alternativas.	X		
	Elaborar documentos de obra ejecutada con la información más fiable y precisa.		X	X
Facilitar la gestión de operación y mantenimiento	Facilitar la transferencia de datos de explotación y conservación.		X	X
	Conectar los equipos de diseño, obra y operación y mantenimiento mediante la utilización de modelos BIM.	X	X	X
Facilitar la gestión de operación y mantenimiento	Generar información precisa acordada previamente entre los equipos para la gestión, la operación y mantenimiento.	X	X	X
	Facilitar la gestión del activo durante la operación y mantenimiento		X	X

**4.0 USOS BIM DE APLICACIÓN EN CADA FASE DEL PROYECTO**

En concordancia con lo establecido en la Guía Nacional BIM se lista los principales usos del modelo BIM. Es necesario precisar que los usos mencionados pueden estar sujetos a revisión pudiéndose adicionar más usos según sea demandado por el CONCEDENTE. Los usos iniciales considerados son los siguientes y serán validados a través del PEB:



N°	Uso	EDI	EJECUCIÓN DE OBRAS	OPERACIÓN MANTENIMIENTO
		¿Aplica?	Aplica?	¿Aplica?
1	Levantamiento de condiciones existentes <sup>16</sup>	SI	SI	NO
3	Diseño de especialidades	SI	SI	NO
4	Elaboración de documentación	SI	SI	SI
5	Visualización 3D.	SI	SI	SI
6	Coordinación de la información	SI	SI	SI
8	Estimación de cantidades y costos	SI	SI	SI
9	Revisión del diseño	SI	SI	SI
16	Detección de interferencias e incompatibilidades	SI	SI	NO
17	Planificación de la fase de ejecución	NO	SI	SI
21	Planificación de la logística de la construcción	NO	SI	SI
22	Registrar información de lo construido modelo AS-BUILT	NO	SI	SI
23	Programación del mantenimiento preventivo	NO	SI	SI

• **Verificación de los Usos BIM**

El CONCESIONARIO elaborará las tablas de usos BIM y los mapas de procesos BIM a fin de mostrar y evidenciar la estrategia para cada uno de los "usos BIM" descritos anteriormente, con el fin de cumplir sus objetivos.

**5.0 DESARROLLO DE LOS MODELOS BIM**

Los modelos serán actualizados de manera progresiva e iterativa en intervalos pactados con el Concedente como parte de las entregas oficiales, siendo el principal procedimiento a partir del cual se generan total o parcialmente los entregables relativos a la documentación gráfica de carácter técnico del presente contrato.

La trazabilidad de los entregables, así como los procesos por los cuales éstos serán producidos, incluyendo post-procesados con otras herramientas "cad" o de edición de texto, se explicarán como parte del PEB.

Toda documentación referenciada en los modelos BIM será entregada en formatos nativos o en su defecto en los formatos originales a su recepción, si no fueron producidos por el CONCESIONARIO o alguna de sus subcontratistas para el desarrollo del Proyecto.

• **Nivel de información necesaria LOIN**

Acorde a lo indicado en la Guía Nacional BIM, el nivel de información a ser consignada en los modelos desarrollados, deberán de contemplar al nivel de detalle y el nivel de información. El nivel de detalle contempla la información geométrica; mientras que el nivel de información contempla la información alfanumérica y documentación asociada del modelo.

o **Nivel de detalle**

Los elementos modelados en las distintas disciplinas se elaborarán según un "nivel de desarrollo" (*Level of Development*, en adelante, "**LOD**") tomando como referencia los niveles de desarrollo incluidos en el último estándar publicado en la Guía Nacional BIM, u otras guías internacionales, debidamente justificadas, de ser el caso.

Los modelos se dividirán en las disciplinas que deberán ser propuestas por el CONCESIONARIO, según considere necesario por la naturaleza del Proyecto y deberán formar parte del PEB para su aprobación.

Los modelos podrán incluir información 2D sin base en la geometría 3D de los modelos para algunos casos como son los detalles constructivos, las secciones tipo, representaciones esquemáticas las secciones longitudinales de viales y de los viaductos y otras condiciones particulares.

Se incluye a continuación una tabla con el LOD mínimo a aplicar, como referencia, según las principales disciplinas a ser consideradas y según tipo de proyecto.

DISCIPLINA	PROYECTO CONSTRUCTIVO	MODELO AS BUILT
TERRENO EXISTENTE	300	500
FIRMES Y PAVIMENTOS	300	500
ESTRUCTURAS	300	500
DRENAJE	300	500
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	300	500
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	300	500
EQUIPAMIENTO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	300	500

o **Excepciones**

Quedarán detallados como parte del PEB todos aquellos elementos que por razones justificadas de plazos y dedicación requeridos no formen parte de los modelos BIM.

Los modelos de situación existente, en caso de que los haya, recogerán todos los elementos que se vean afectados por la ejecución de las Obras. El CONCESIONARIO realizará y tratará su modelizado de lo existente y lo realmente ejecutado en el ámbito de las Obras realizadas.

En lo referente a las infraestructuras existentes, el CONCESIONARIO deberá integrar toda la documentación relevante mediante cartografías 2D. Con carácter general las infraestructuras existentes no se modelarán, en tanto no sea necesario su análisis para el desarrollo de las Obras de los componentes principales del Proyecto. Caso se considere necesario incluir modelado de infraestructuras, el CONCESIONARIO proporcionará dichos modelos en formato "open BIM".

En cualquier caso, queda excluido para las estructuras de hormigón el modelado en 3D de las armaduras. A modo indicativo, pero no limitativo, y salvo que se considere esencial para la definición de la Obra o la trazabilidad de las mediciones, no se modelarán los trabajos previos y demoliciones, desmontajes, medios auxiliares, protecciones, levantados y picados mecánicos o manuales, recibidos de mortero de cemento, ayudas de albañilería, mallas de poliéster, rellenos, mallas de fibra de vidrio, decapados y rozas.

decapados, lijado y barnizados (las pinturas, tratamientos y protecciones irán asociados al tipo de material o acabado del elemento), excavaciones, ferralla, reparaciones con mortero, cables, líneas (aunque sí sus canalizaciones), sistema de sellado; circuitos (aunque sí sus registros), conductores, cableado y protecciones menores de 5cm de espesor.

#### o Nivel de Información

La información no gráfica de los elementos de los modelos (metadatos) estará estructurada entorno a una agrupación de propiedades (set de propiedades).

Las propiedades y set de propiedades de los elementos que compondrán los diferentes modelos BIM, estarán organizados de forma homogénea, estandarizada, tomando como referencia los sistemas de clasificación propuestos en la Guía Nacional BIM.

No se admitirán elementos en los modelos que no contengan la estructura de set de propiedades definida. Estos grupos de parámetros o sets de propiedades se deberán proponer en el PEB, tomando como referencia lo indicado en Guía Nacional BIM, y con ello conseguir:

- La capacidad de segregación selectiva de todos los elementos constitutivos de los modelos para los diferentes usos BIM requeridos.
- La trazabilidad de las mediciones provenientes de los elementos incluidos en los modelos.
- La estrategia de centralización integral de los proyectos basada en los modelos BIM.

Estos sets de propiedades personalizados serán preparados en los modelos nativos antes de la entrega de la información.

#### • Clasificación de elementos constructivos

Se definirá una estructura jerárquica que sirva para designar unívocamente cada uno de los elementos de los modelos tridimensionales. Con ello se busca un mayor grado de estandarización y trazabilidad de la información generada.

Una vez implantado y estandarizado, se podrá tratar datos por medio de los modelos tridimensionales de información de distintas Obras, unificando la codificación de elementos, su revisión, la generación de listados vinculados a elementos y futura base de precios.

En la actualidad existen diferentes sistemas de clasificación de elementos en el sector. En este Proyecto se priorizará la clasificación estándar de la Guía Nacional BIM, con la opción de usar otras guías internacionales, debidamente justificadas, de ser el caso.

Con la finalidad de poder uniformizar la clasificación de los elementos constructivos se deberá de tomar como referencia los sistemas de clasificación propuestos en la Guías Nacional BIM.

## 6.0 GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

#### • Entorno común de datos – CDE

Para el desarrollo de cualquier contrato bajo metodología BIM se tiene que definir un marco de trabajo específico que tiene que cumplir una serie de requerimientos sobre el tratamiento de la información, la relación entre sus agentes y el entorno tecnológico a implementar, esto es, un *common data environment* (en adelante, un "CDE").

Este flujo de información hace necesario la creación de áreas de trabajo dentro de las diferentes plataformas de gestión de la información, de acuerdo a los flujos productivos propios del Proyecto y a los diferentes agentes que intervienen.

Las áreas del entorno de trabajo colaborativo deberán seguir lo estipulado en la Guía Nacional BIM, con base a desarrollar dentro del PEB el uso de las áreas recomendadas: **wip-share-published-archive**.

El flujo de evolución de la información entre áreas de trabajo debe responder a la evolución de tres procesos: "aprobado", "autorizado" y "verificado".



El flujo de información deberá seguir las normas que rigen los repositorios comunes de información en base a la Guía Nacional BIM.

A tal efecto, el CONCESIONARIO deberá proponer en el PEB un CDE para el trabajo colaborativo interdisciplinario y en tiempo real, que permitirá el acceso controlado a toda la documentación del Proyecto así como su visualización y consumo, acorde con el perfil de cada usuario, y cuyo uso será de obligado cumplimiento, y que será la única fuente de información válida para cada perfil de usuario para recopilar, gestionar y difundir la documentación, los modelos y los datos gráficos y no gráficos para el conjunto de los equipos involucrados.

El acceso a la información estará restringido a los agentes definidos en el PEB mediante permisos. Asimismo, el CONCESIONARIO también será responsable de asegurar el mantenimiento y la integridad del CDE, y en particular del modelo, realizando las copias de seguridad con la periodicidad adecuada.

- **Visualización e intercambio de información**

Se usará durante todas las fases del ciclo de vida, una metodología basada en modelos abiertos, priorizando el intercambio de información mediante archivos "open BIM" para el visualizado y seguimiento de los trabajos. El CONCESIONARIO podrá proponer otro formato alternativo que garantice el acceso y consumo de la información por parte de todos los agentes, incluyendo al CONCEDENTE y/o al REGULADOR en relación al Proyecto.

Estos modelos estarán compartidos en los CDE para revisión y coordinación periódica de los trabajos mediante software de gestión y visualizado accesibles para todos los agentes, incluyendo al CONCEDENTE y al REGULADOR.

Se evitará, en la medida de lo posible, el intercambio de información mediante correo electrónico, o cualquier otro medio que no sea el repositorio común de información CDE, compartiendo los archivos del repositorio común de datos mediante links a los archivos de datos y modelos, según corresponda.

- **Calendario de intercambio de información**

Además de los intercambios de información debidos a las entregas oficiales, se podrá establecer un calendario de entregas como parte del proceso colaborativo entre los agentes involucrados en las distintas fases del Proyecto.

Dicho proceso deberá estar definido en el PEB y deberá de producirse por medio del CDE.

El CONCESIONARIO propondrá en el PEB, un calendario de reuniones periódicas en el flujo de avance del Proyecto, como parte clave en la estrategia de coordinación BIM.



Será por tanto una prioridad, potenciar el uso de los modelos BIM en dichas reuniones para explicar y transmitir al CONCEDENTE y/o al REGULADOR, según corresponda, el avance del Proyecto realizado desde la anterior reunión.

- **Sistema de Gestión de Activos (SGA) en Operación y Mantenimiento del Proyecto**

Será responsabilidad del CONCESIONARIO diseñar un plan de intercambio de información entre el modelo BIM utilizado y la plataforma SGA diseñada para la etapa de Operación y Mantenimiento del Proyecto, con especial atención a los datos sobre el ciclo de vida de los activos o de elementos construidos y/o instalados, que precisen mantenimiento preventivo o renovación.



También debe permitirse identificar los activos o elementos construidos y/o instalados en cuanto a sus especificaciones técnicas, a modo de registro de las modificaciones que puedan ser realizadas en los mismos, durante la Operación y Mantenimiento del Proyecto.

Se presentará como parte del PEB, al comienzo de la Operación y Mantenimiento del Proyecto, una propuesta de utilización de la información del modelo BIM dentro del SGA.



## 7.0 ENTREGABLES



Los entregables BIM se elaborarán de acuerdo con los entregables definidos en el Contrato de Concesión y será de obligado cumplimiento enumerar dentro del PEB el listado de documentación BIM que debe ser entregada para la consecución del Proyecto mediante tabla de hitos.

En el índice de documentación del Proyecto deberán estar incluidos todos los entregables BIM requeridos. En particular, los elementos constructivos deben estar nombrados de la misma forma en todos los documentos (memoria, anexos, planos, pliego y modelos) con el fin de garantizar una mayor trazabilidad y coherencia en la información generada.

Y debe haber una relación biunívoca entre la información de la memoria descriptiva, los cálculos realizados y la información gráfica generados.

Estos entregables BIM incluirán como mínimo

- Planos
- PEB
- Modelos BIM de proyecto constructivo en formatos nativos y "open BIM".

#### • Planos

Los modelos BIM han de ser el medio que da coherencia a la información contenida en el documento denominado "planos". Para ello, los planos deberán provenir con carácter general del modelo tridimensional de información.

Quedarán detallados como parte del PEB todos aquellos elementos que, por razones justificadas de idoneidad, plazos y dedicación requeridos, no formen parte de los modelos BIM. Éstos serán debidamente justificados y aprobados por el CONCEDENTE.

El CONCESIONARIO deberá suministrar al CONCEDENTE los modelos nativos y en formato "open BIM" de trabajo que incluyan los planos del Proyecto debidamente integrados y vinculados, sin menos cabo de la entrega tradicional del paquete de planos en formato PDF.

El índice de planos del Proyecto deberá contener la siguiente información:

- Diferenciación entre planos provenientes de modelos tridimensionales de información, planos no provenientes de los modelos tridimensionales de información y planos con ambas procedencias.
- Modelo tridimensional nativo de información del que procede o al que queda vinculado.
- Código del plano conforme a codificación del PEB y el plan maestro de entrega de la información.

#### • PLAN DE EJECUCIÓN BIM – PEB

El objetivo del PEB es definir el marco en el cual el CONCEDENTE, el REGULADOR y el CONCESIONARIO utilicen la "metodología BIM" bajo un mismo esquema de trabajo.

El PEB explica la metodología de trabajo, los procesos, las características técnicas, los roles BIM, las responsabilidades y los entregables que responden a los requisitos de información del CONCEDENTE y que las partes involucradas deben seguir para el desarrollo del Proyecto.

El PEB será sometido a una serie de sesiones de validación y puesta en marcha, que se centrarán en la implantación de los usos BIM y de los procesos relativos a cada una de las fases de Proyecto, que como mínimo serán:

- 1) PEB preliminar de diseño (a entregar durante los primeros seis (6) meses tras la Fecha de Cierre):
  - Reunión de presentación del PEB.
  - Las capacitaciones.
  - Equipo y roles BIM.
  - Verificación de usos BIM.

- Una prueba piloto que permita verificar el alcance técnico propuesto, con especial atención a:

- Estructuración de datos.
- Clasificación de elementos constructivos.
- Las propiedades y set de propiedades de los elementos que compondrán los diferentes modelos BIM.
- CDE para el trabajo colaborativo interdisciplinario.
- El/los software/s con el que se está proponiendo preparar los modelos.

- Aprobación en acta de aceptación del PEB por todos los agentes involucrados en el Proyecto.
- Aprobación y publicación del PEB del Proyecto.

2) PEB de diseño (A entregar antes de la validación de todos los paquetes de diseño)

- Reunión de presentación del PEB.
- Las capacitaciones.
- Equipo y roles BIM.
- Verificación de usos BIM.
- Una prueba piloto que permita verificar el alcance técnico propuesto, con especial atención a:

- Estructuración de datos.
- Clasificación de elementos constructivos.
- Las propiedades y set de propiedades de los elementos que compondrán los diferentes modelos BIM.
- CDE para el trabajo colaborativo interdisciplinario.
- El/los software/s con el que se está proponiendo preparar los modelos.

- Aprobación en acta de aceptación del PEB por todos los agentes involucrados.
- Aprobación y publicación del PEB del Proyecto.

3) PEB de ejecución (a entregar durante hasta los 6 mes transcurridos tras el comienzo de la ejecución de los primeros paquetes de diseño aprobados)

- Reunión de presentación del PEB.
- Las capacitaciones.
- Equipo y roles BIM.
- Verificación de usos BIM.
- Una prueba piloto que permita verificar el alcance técnico propuesto, con especial atención a:

- Estructuración de datos.
- Clasificación de elementos constructivos.
- Las propiedades y set de propiedades de los elementos que compondrán los diferentes modelos BIM.
- CDE para el trabajo colaborativo interdisciplinario.
- El/los software/s con el que se está proponiendo preparar los modelos.

- Aprobación en acta de aceptación del PEB por todos los agentes involucrados.
- Aprobación y publicación del PEB del Proyecto.

4) PEB de Operación y Mantenimiento del Proyecto (a entregar hasta el plazo máximo de tres (3) meses contados desde la finalización de la ejecución de las Obras por parte del CONCESIONARIO)

- Reunión de presentación del PEB.
- Las capacitaciones.
- Equipo y roles BIM.
- Verificación de usos BIM.
- Una prueba piloto que permita verificar el alcance técnico propuesto, con especial atención a:

- Estructuración de datos.
- Clasificación de elementos constructivos.



- Las propiedades y set de propiedades de los elementos que compondrán los diferentes modelos BIM.
- CDE para el trabajo colaborativo interdisciplinario.
- El/los software/s con el que se está proponiendo preparar los modelos.
- Aprobación en acta de aceptación del PEB por todos los agentes involucrados.
- Aprobación y publicación del PEB de Proyecto.

## 8.0 Alcance del PEB

En concordancia con la Guía Nacional BIM, el PEB que sea presentado, estará compuesto minimamente por las secciones detalladas a continuación:

### Sección A: Aspectos generales de la inversión y del Equipo de Ejecución

1. Características de la inversión
2. Alcance y objetivos de colaboración del equipo de ejecución
  - Actividades que comprende el PEB en general
  - Objetivos que definen las intenciones y visión general de las actividades que se encuentran en el alcance del equipo de ejecución
3. Responsabilidades de gestión de la información BIM del equipo de ejecución
  - Proceso de gestión de la información BIM
  - Organización / equipo de trabajo

### Sección B: Estrategia de entrega de Información del equipo de ejecución

1. Objetivos para la producción colaborativa del modelo de información
  - Nivel de prioridad de los objetivos de gestión de la información BIM
  - Usos BIM
2. Estructura organizativa y composición del equipo de ejecución
  - Rol BIM del participante
3. Lista de recursos informáticos necesarios
  - Tipo de información
  - Nivel de información necesaria
  - Nombre del recurso informático
  - Formato nativo de la información
4. Estrategia de federación
5. Plan de movilización
  - Actividades a realizar
  - Plazo de entrega
6. Estrategia de entrega del modelo de información
  - N° Entregables
  - Contenedores de información
  - Método de entrega

### Sección C: Propuesta de modificación o adición de normas de información

1. Normas de información
  - Identificación de contenedores de información
2. Métodos y procedimientos de producción de información



- Estrategia de coordinación entre especialidades
- Actividades para la detección y resolución de interferencias
- Tolerancia y evaluación de interferencias
- Requisitos de seguridad de la información
- Nivel de seguridad

**9.0 Referencia Prioritaria**

Por último, señalar que todas las recomendaciones de guías y normas aquí indicadas tomarán como referencia el cumplimiento de la última versión publicada de la Guía Nacional BIM y sus anexos, siendo ésta, por tanto, la máxima referencia a ser utilizada para la definición del PEB.

Sin embargo, queda abierto en casos particulares dentro del alcance del PEB, la utilización de otras referencias, guías y Leyes y Disposiciones Aplicables, siempre que el CONCESIONARIO lo justifique debidamente y tenga la aprobación previa y expresa del CONCEDENTE.



**ANEXO 3  
ASPECTOS TÉCNICOS**

**Apéndice 2  
Términos de Referencia para la elaboración de EDIs**

**INDICE**

**1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SERVICIO**

**GENERALIDADES  
ALCANCES DEL SERVICIO**

**1.1 REVISIÓN Y EVALUACIÓN DE ANTECEDENTES**

- 1.1.1 Normas relacionadas a obras viales
- 1.1.2 Normas, Manuales y/o Directivas del Sistema Nacional de Inversión Pública

**1.2 CONTENIDO DEL ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA**

**1.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO**

- 1.3.1 ESTUDIO DE TRÁFICO
- 1.3.2 ESTUDIO DE GEOREFERENCIACIÓN, TOPOGRAFÍA, Y DISEÑO GEOMÉTRICO
- 1.3.3 SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL
- 1.3.4 ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- 1.3.5 ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA
- 1.3.6 SUELOS, CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y PAVIMENTOS
- 1.3.7 ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE
- 1.3.8 METRADOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
- 1.3.9 PLAN DE AUTOEVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO Y SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE LA INFORMACIÓN, CONTROL Y GESTIÓN
- 1.3.10 PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN, EXPLOTACIÓN, SEGURIDAD EN LOS TÚNELES

**2. EXPEDIENTE TÉCNICO**



**TÉRMINOS DE REFERENCIA**  
**ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ANILLO VIAL**  
**PERIFÉRICO**

**1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SERVICIO**  
**GENERALIDADES**

Para la elaboración del Estudio Definitivo de Ingeniería de cada tramo, se debe tomar en consideración los Requerimientos Técnicos Mínimos del Proyecto para Diseño y Construcción contemplados en el Apéndice 1 del Anexo 3 del Contrato de Concesión, así como lo siguiente:

- Construcción de una Autopista con velocidad de diseño de 80 km/h conformada por 2 calzadas. Cada calzada consta de 3 carriles de 3.60 m de anchura, berma de acuerdo al Manual de Carreteras. Diseño Geométrico DG-2018 considerando la excepción dada por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles Memorándum N° 674-2014-MTC/14 de fecha 20.03.2014 que adjunta el Informe N° 010/2014-MTC/14.01.JAC de fecha 19.03.2014 que es revalidado mediante Memorándum N° 1041-2018-MTC/14 de fecha 21.06.2018 y que indica las dimensiones de las bermas: Berma Exterior 1.40 m. y Berma Interior 0.50 m. En las zonas urbanas se contempla el diseño de 2 vías laterales de servicio unidireccionales con 2 carriles de 3.00 m cada uno, zona de parqueo en algunos casos y veredas de 1.50 m.
- El Anillo Vial Periférico discurre por 1 distrito de la Provincia Constitucional del Callao y 11 distritos de Lima Metropolitana, de los que 5 están ubicados en el Área Norte de la conurbación de Lima (San Martín de Porres, Los Olivos, Independencia, Comas y San Juan de Lurigancho) y 6 están en el Área Este (Lurigancho, El Agustino, Santa Anita, Ate Vitarte, La Molina y San Luis).
- Para la conectividad del Anillo Vial Periférico con la infraestructura vial adyacente se diseñarán intercambiadores viales con las vías principales y se establecerán pasos a desnivel y puentes peatonales para la conectividad de personas y vehículos de las zonas adyacentes.
- Se considera la construcción de 2 túneles dobles, uno por cada calzada, con una longitud referencial de 2,285 y 1,936 metros respectivamente dotados de instalaciones de alumbrado, ventilación, señalética y protección contra incendios.

Estos Términos de Referencia establecen el alcance de los servicios, así como los productos que el CONCESIONARIO elaborará y presentará.

**ALCANCES DEL SERVICIO**

El CONCESIONARIO deberá elaborar el Estudio Definitivo de Ingeniería de cada tramo cumpliendo el alcance señalado en el presente documento y luego de ello, presentará los referidos EDI a la Dirección General de Concesiones en Transportes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (en adelante el CONCEDENTE) para su revisión y aprobación.

La descripción de los alcances de los servicios que se hace a continuación no es limitativa, y servirán para la elaboración del Estudio Definitivo de Ingeniería, debiendo el CONCESIONARIO ampliarlos, mejorarlos y profundizarlos en lo que considere necesario (sin reducir sus alcances), si considera que su aporte constituye la mejor manera de realizar el estudio.

El Estudio será desarrollado en su integridad por el CONCESIONARIO, debiendo comprender todos los estudios necesarios, así como contemplar todos los detalles y diseños a nivel de definitivo para llevar adelante un proceso constructivo sin problemas y finalmente garantizar la operatividad de la autopista (incluidos los túneles y/o puentes y/o variantes si son requeridos) durante su vida útil.

EL CONCESIONARIO realizará los estudios adoptando metodologías de acuerdo a la realidad de la zona de proyecto. Para lo cual el jefe del estudio y todos los especialistas

de acuerdo a su plan de trabajo, deberán estar en la zona del proyecto durante la elaboración del Estudio a fin de tener pleno conocimiento de las características de la autopista en estudio.

En ningún caso el contenido de estos TDRs descartará el conocimiento de los principios básicos de la ingeniería y técnicas afines, así como tampoco el adecuado criterio profesional; en consecuencia, el CONCESIONARIO será directamente responsable de todos los trabajos y estudios que realice así como de la calidad de los servicios que preste y de la idoneidad del personal a su cargo.

Todo cálculo, aseveración, estimación o dato, deberá estar justificado en lo conceptual y en lo analítico; no se aceptarán estimaciones o apreciaciones del CONCESIONARIO sin el debido respaldo.

### 1.1 REVISIÓN Y EVALUACIÓN DE ANTECEDENTES

Para la elaboración del Estudio Definitivo de Ingeniería para la construcción del Anillo Vial Periférico, el CONCESIONARIO deberá indagar, ubicar, revisar y evaluar todos los antecedentes relevantes que existan y puedan ser aplicables al estudio a elaborar, así como alguna otra información que se encuentre en los archivos de PROVIAS NACIONAL relacionados a esta ruta y colindantes a ella (tráfico, peajes, serviciabilidad, estudios de preinversión, definitivos, y/o mantenimiento, etc.), y otros documentos que se pueda consultar en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones o en otros organismos públicos y privados.

Se encuentra a disposición del CONCESIONARIO el Estudio de Preinversión del Proyecto Construcción del Anillo Vial Periférico.

Entre las principales fuentes de información a los que se puede acceder se cuenta con:

#### 1.1.1 Normas relacionada a Obras Viales

Las normas referidas a obras viales (incluyendo sus normas modificatorias y/o sustitutorias) y que son de uso obligatorio tales como:

- Manual de Carreteras: **Túneles, Muros y Obras Complementarias**, aprobado con Resolución Directoral N° 036-2016-MTC/14 del 27.10.2016.
- Manual de Carreteras: **Ensayos de Materiales para Carreteras**, aprobado con Resolución Directoral N° 018-2016-MTC/14 del 03.06.2016 del 27.06.2016.
- **Manual de Seguridad Vial**, aprobado con Resolución Directoral N° 05-2017-MTC/14 del 01.08.2017.
- Manual de **Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras**, aprobado Resolución Directoral N° 016-2016-MTC/14 del 31.05.2016 del 25.06.2016.
- Manual de Carreteras: **Diseño Geométrico DG-2018**, aprobado con Resolución Directoral N° 03-2018-MTC/14 del 30.01.2018.
- Manual de Carreteras: **"Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Sección Suelos y Pavimentos**, aprobado con Resolución Directoral N° 10-2014-MTC/14 del 09.04.2014.
- Manual de Carreteras: Manual de Inventarios Viales, aprobado con Resolución Directoral N° 09-2014-MTC/14, del 03.04.2014.
- Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial, aprobado con Resolución Directoral N° 08-2014-MTC/14 del 27.03.2014.
- Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción" (EG-2013), aprobado con Resolución Directoral N° 003-2013-MTC/14 del 16.02.2013, actualizado con Resolución Directoral N° 22-2013-MTC/14 publicada el 07.08.2013.
- Manual de "Hidrología, Hidráulica y Drenaje", aprobado con R.D N° 20-2011-MTC/14 del 12.09.2011.
- Norma Técnica Geodésica: Especificaciones Técnicas para Levantamientos Geodésicos Verticales, aprobado con Resolución Jefatural N° 057-2016/IGN/UCCN del 10.06.2016.
- Norma Técnica Geodésica: Especificaciones Técnicas para el Posicionamiento Geodésico Estático relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global, aprobado con Resolución Jefatural N° 139-2015nGN/UCCN del 25.12.2015.

- Norma Técnica Especificaciones técnicas para la producción de mapas topográficos a escala 1:1000 aprobado con Resolución N° 089-2011-IGN/JEF/OGA del 10.05.2011
- Incorporación en el Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial, del término Sectores Críticos, aprobado con RD N° 02-2015-MTC/14, del 06.02.2015.
- Requisitos para Autorización de uso del Derecho de Vía de las Carreteras de la Red Vial Nacional de competencia del MTC, aprobado con Resolución Directoral N° 05-2014-MTC/14 del 14.03.2014 y su modificatorio RD. N° 017-2014-MTC/14, del 21.07.2014.
- Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial, aprobado con Resolución Directoral N° 18-2013-MTC/14 del 14.07.2013, modificado con R.D. N° 12-2015-MTC/14.
- Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, aprobado con Resolución Directoral N° 02-2013-MTC/14 del 22.02.2013.
- Glosario de Partidas, aplicables a obras de rehabilitación, mejoramiento y construcción de carreteras y puentes, aprobado con Resolución Directoral N° 17-2012-MTC/14 del 20.09.2012.
- Directiva N° 001-2011-MTC/14 "Reductores de Velocidad tipo Resalto para el Sistema Nacional de Carreteras", aprobado con Resolución Directoral N° 23-2011-MTC/14 del 13.10.2011.
- Disposiciones para la Demarcación y Señalización del Derecho de Vía de las carreteras del Sistema Nacional de Carreteras • SINAC, establecidas con Resolución Ministerial N° 404-2011- MTC/02 del 07.06.2011.
- Directiva N°007-2008-MTC/02 "Sistemas de Contención de Vehículos tipo Barreras de Seguridad", aprobado con Resolución Ministerial N° 824-2008-MTC/02 del 10.11.2008.
- Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías.
- Directiva para la Concordancia entre el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), aprobado con Resolución Ministerial N° 052-2012-MINAM, del 07.03.2012.
- Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado con Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, publicado el 25.09.2009.
- Ley 28296- Ley de Protección del Patrimonio Cultural de La Nación, Decreto Supremo N° 054-2013- PCM del 16.05.13, Decreto Supremo N° 060-2013-PCM, Resolución Viceministerial N° 037-2013- VMPCIC-MC, que aprueba su Directiva N° 001-2013-MC, Decreto Supremo N° 003-2014-MC (Reglamento de Intervenciones Arqueológicas) y el TUPA del Ministerio de Cultura.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (versión vigente) se complementa para los aspectos particulares propios de nuestro país con el Manual de Puentes MTC-2018 vigente a partir del 15.01.2019 (publicado en el diario El Peruano el 14.01.2019).
- AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design (versión vigente).
- AASHTO Manual for Bridge Evaluation (versión vigente).
- LRFD Guide Specification for Design of Pedestrian Bridges (versión vigente).
- Otras Normas relacionadas a la infraestructura Vial y sus modificatorias

### 1.1.2 Normas, manuales y/o directivas del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones-INVIERTE.PE

Mediante Decreto Legislativo N° 1252, Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, se creó el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones como Sistema Administrativo del Estado con la finalidad de orientar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión para la efectiva prestación de servicios y la provisión de la infraestructura necesaria para el desarrollo del país;

El párrafo 5.2 del artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1252 establece que el

Ministerio de Economía y Finanzas, a través de la Dirección General de Programación Multianual de Inversiones, es el ente rector del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones y en su calidad de más alta autoridad técnico-normativa; dicta los procedimientos y los lineamientos para la programación multianual de inversiones y el Ciclo de Inversión;

El inciso 1 del párrafo 8.2 del artículo 8 del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1252 y su modificatoria aprobada por el Decreto Supremo N° 179-2020-EF, establece que la DGPMI aprueba las directivas, procedimientos, lineamientos, instrumentos metodológicos de alcance general y demás normas complementarias necesarias para el funcionamiento del referido Sistema Nacional y la aplicación de las fases del Ciclo de Inversión;

Mediante la Resolución Directoral N° 001-2019-EF/63.01, publicada en el Diario Oficial El Peruano el 23 de enero de 2019, la Dirección General de Programación Multianual de Inversiones aprobó la Directiva N° 001-2019-EF/63.01, Directiva General del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, la cual establece las disposiciones que regulan el funcionamiento de dicho Sistema Nacional y los procesos y procedimientos para la aplicación de las fases del Ciclo de Inversión;

Adicionalmente, se deberá observar para la elaboración del Estudio Definitivo de Ingeniería toda la normatividad modificatoria, complementaria y conexas al Decreto Legislativo N° 1252, a su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 179-2020-EF y a la Directiva N° 001-2019-EF/63.01.

## 1.2 CONTENIDO DEL ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA

El Estudio Definitivo de Ingeniería para la Construcción del Anillo Vial Periférico estará compuesto por tres (03) componentes, los cuales serán elaborados cumpliendo con los requerimientos establecidos en los presentes Términos de Referencia (TDRs).

Los componentes del referido Estudio son los siguientes:

- Componente de Ingeniería
- Componente Ambiental
- Componente Arqueológico

Se elaborará un Expediente Técnico por cada uno de los siguientes tramos:

Tramo	Descripción	Longitud
I	Desde el ovalo de 200 millas hasta la Panamericana Norte a la altura de la Ovalo del Naranjal.	8,70
II	Desde el ovalo del Naranjal en la Panamericana Norte hasta el intercambio vial de la Autopista Ramiro Prialé	15,1
III	De la Autopista de Ramiro Prialé hasta la Av. Circun (pasando Av. Circunvalación hasta 70 metros aproximada antes de llegar a la Av. Rosa Toro)	11

## 1.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA

### 1.3.1 ESTUDIO DE TRÁFICO

El Estudio de Tráfico que realizará el CONCESIONARIO estará orientado a determinar los elementos básicos para el diseño geométrico de la vía, el diseño estructural (pavimento y puentes) y para el análisis de capacidad y niveles de servicio de la vía actual y futura. El estudio servirá de base para el análisis económico, específicamente para el cálculo de los costos de operación y de mantenimiento vehicular y los ahorros por reducción en el tiempo de viajes de los usuarios y la disminución del costo de accidentes atribuibles a la mejora de la vía. El CONCESIONARIO presentará los resultados de los trabajos de campo y de gabinete en formatos Word, Excel y CAD, conteniendo los cálculos realizados para cada una de las actividades con sus respectivas fórmulas.

El Estudio de Tráfico se realizará considerando lo siguiente:



- a. Revisión y evaluación de los antecedentes sobre estudios que se hayan realizado en la zona del Proyecto, entre los cuales se encuentra el Estudio de Preinversión del citado Proyecto.
- b. El Estudio de tráfico será una de las actividades iniciales que permitirá definir los parámetros geométricos de diseño.
- c. Identificación de "tramos homogéneos" de la demanda. Identificación de los nodos y su naturaleza, que generan estos tramos homogéneos.
- d. Conteos volumétricos de tráfico clasificados por tipo de vehículo en estaciones debidamente sustentadas. Los conteos se realizarán durante 7 días continuos de 24 horas, en el tramo en estudio. Los Tramos homogéneos y las estaciones de conteo deberán ser presentadas gráficamente en láminas A3 como mínimo, indicando ubicación de la misma (Coordenadas / Km). Las estaciones de conteo deberán ser coordinadas con el MTC antes del inicio de los trabajos.
- e. Con los correspondientes factores de corrección (horario, diario, estacional), se obtendrá el Índice Medio Diario Anual (IMDA) de tráfico que corresponda al tramo o subtramo, por tipo de vehículo y total. Los factores de corrección (horario, diario, estacional) son obtenidos de las estadísticas proporcionadas por las estaciones de peaje.
- f. Encuesta de Origen-destino (O/D) en estaciones debidamente sustentadas de tres (03) días consecutivos de 24 horas (dos días de la semana y un sábado o domingo) por estación. Las estaciones de trabajo deberán ser coordinadas con el MTC antes del inicio de los trabajos. La encuesta necesariamente debe de incluir por tipo de vehículo a fin de construir las matrices y determinar el área de influencia directa e indirecta del proyecto, la encuesta incluirá los tipos de vehículo, marca, modelo, año, número de asientos, número de ocupantes, tipo de combustible, origen, destino, propósito de viaje, frecuencia de viaje, peso vacío, peso cargado, carga útil, producto transportado, costo de viaje al usuario (pasajeros y/o carga transportada), y los datos adicionales que el CONCESIONARIO requiera para una mejor evaluación.
- g. De considerar en el estudio el tráfico desviado, el CONCESIONARIO realizará conteos vehiculares y encuesta de origen - destino (O/D) en las rutas alternas que correspondan, con la finalidad de sustentar el tráfico de larga distancia que posiblemente se desviará hacia el tramo en estudio, el cual deberá ser efectuado con un mínimo de siete días consecutivos de 24 horas diarias, registrando datos de dos días laborables y un sábado o domingo por cada estación.
- h. Encuestas de preferencia declaradas y reveladas, que permita modelar el tráfico desviado hacia el proyecto en estudio.
- i. Para el Estudio del Tráfico pesado se podrá adoptar datos de estudios realizados en la zona con una antigüedad no mayor de 1 año. En el caso de no existir, se realizará un Censo de carga por tipo de vehículo pesado y por eje (camiones y buses). Las estaciones de trabajo deberán ser coordinadas con el MTC antes del inicio de los trabajos. El censo se efectuará durante cuatro (04) días y un mínimo de 12 horas cada día (turno día y noche) hasta completar dos (02) días de 24 horas, a efecto de obtener las cargas, factores de carga actuantes sobre el pavimento, para obtener el factor de ajuste a los factores de carga y el factor carril y direccional de carga que permita determinar, para el diseño de pavimentos, el número de ejes equivalentes de 8.2 TN y el número de repeticiones de EE para el periodo de diseño, así como, la composición del tráfico. La muestra deberá superar el 30% de los vehículos pesados del día. Se incluirá un análisis de los problemas de sobrecarga y/o neumáticos extra anchos. En caso el método de diseño del pavimento lo requiera, se complementará el censo de carga con la medición de la presión de los neumáticos para obtener el factor de ajuste.

Los Factores de Equivalencia de Carga deben ser determinados empleando la metodología AASHTO versión año 93. La balanza debe de estar compuesta por dos sensores o básculas que reciban simultáneamente la carga de cada extremo de ejes, que componen el vehículo. El error de las muestras no debe ser mayor al +/-5%. Se incluirá



un análisis de los problemas de sobrecarga.

- j. Medición de velocidades y obtención de la velocidad media de operación por tipo de vehículo, por tramo homogéneo. Análisis del impacto que diversas velocidades de diseño tendrían sobre la demanda, tanto en volumen como en composición, considerar cuatro (04) puntos de control.
- k. Si se identifica que el tráfico actual cruza zonas urbanas ya consolidadas, se debe estudiar la posibilidad de plantear trazos alternativos (vías de evitamientos, par vial, pasos a desniveles, etc.), a fin de mejorar y/o mantener la carretera Nacional con sus características óptimas de operación.

EL CONCESIONARIO debe de realizar el estudio de tráfico para tal fin, en el cual obtenga el análisis de las intersecciones de la zona urbana, los tiempos de demora para cruzar la ciudad, el tráfico que se desviará hacia el trazo óptimo y control de velocidad en la zona urbana. La encuesta de preferencia declarada así como el O-D deberá especificar en las preguntas de ubicación "al centro poblado", "distrito" y "provincia", con la finalidad de obtener un mejor análisis.

Se ubicarán estaciones de conteos de tráfico en las intersecciones en las que se produce la congestión (flujos direccionales), se contabilizarán los vehículos de acuerdo a los flujos o movimiento, teniendo en cuenta los aforos vehiculares clasificados con intervalos de 15 minutos a fin de hallar la hora punta y se graficará el flujo grama correspondiente. Asimismo se determinará el Nivel de Servicio y la Capacidad (utilizar software de Micro simulación u otros).

Los tiempos de demora serán determinados por tipo de vehículo. La muestra será tomada durante el intervalo de horas punta de la mañana, medio día y tarde-noche. La muestra deberá ser registrada simultáneamente en ambos sentidos de la vía.

- l. Para el análisis del tráfico urbano es necesario utilizar el Manual de Capacidad de Carreteras- HCM 2000 u otros de tráfico urbano.
- m. El estudio de tráfico incluirá además, el análisis de la demanda del tránsito no motorizado (peatones, ciclistas, arreo de ganado), identificación de centros de demanda como escuelas, mercados, paraderos, zonas de carga y descarga de mercadería, etc.
- n. Se diferenciarán los flujos locales (transporte meramente urbano) de los regionales (movilización de insumas y bienes exportables agroindustriales), estableciendo tasas de crecimiento para ambos flujos, por tipo de vehículo y principales O/D.
- o. Se analizará la posibilidad de cambios cualitativos en la demanda (composición vehicular, por ejemplo, nuevos servicios de transporte de pasajeros, carga en vehículos de mayor capacidad), debido al mejoramiento de la carretera o a cambios en la velocidad de diseño.
- p. Se efectuarán proyecciones de tráfico para cada tipo de vehículo, considerando la tasa anual de crecimiento calculada y debidamente fundamentada, según corresponda, a la tendencia histórica o proyecciones de carácter socio económico (PBI, tasas de motorización, proyecciones de la población, evolución del ingreso, etc.) y el tráfico que se estima luego de la pavimentación, identificando el tránsito normal, el generado y el derivado, por tramos homogéneos del tránsito. EL CONCESIONARIO presentará las metodologías, criterios o modelos empleados para el cálculo y proyecciones del tránsito normal, generado y desviado.

### 1.3.2 ESTUDIO DE GEOREFERENCIACION, TOPOGRAFIA Y DISEÑO GEOMÉTRICO

Para el diseño geométrico se deberá disponer de un mapa topográfico a escala 1:500 elaborado de acuerdo con las Especificaciones Técnicas para la producción de mapas topográficos a escala 1:1000 del IGN completando los detalles de bordes de parcelas, límites de edificios y elementos urbanos con levantamiento topográfico.



El CONCESIONARIO deberá obtener una cartografía georreferenciada de la zona de actuación a escala 1:500 con un ancho no menor de 100 m a cada de lado del eje siendo de 200 m en los Intercambiadores Viales de Primer Orden que permita conocer el terreno circundante, los edificios o construcciones, los elementos urbanos y las instalaciones existentes.

La Cartografía podrá obtenerse mediante un Levantamiento topográfico, Lidar o mediante restitución analítica de un Vuelo fotogramétrico.

Los datos de campo no podrán tener una antigüedad anterior a la firma del Contrato de Concesión.

### GEOREFERENCIACIÓN

- a. Para los trabajos de Georreferenciación se seguirán los lineamientos de la «Norma Técnica Geodésica - Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico-Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global» del IGN (Instituto Geográfico Nacional) tales como planeamiento, reconocimiento, monumentación, trabajos de campo, cálculos de gabinete, evaluación hasta la memoria de los trabajos, y según las precisiones que se dan a continuación.
- b. Se utilizarán equipos GPS Diferencial de Doble Frecuencia (L1/L2), recomendando utilizar una configuración de máscara de elevación de 13°, intervalos de grabación de 5" como máximo y un PDOP menor a 6.
- c. Para las mediciones de campo se utilizará el Método Estático.
- d. El Tiempo de Observación Útil para los Puntos Base del proyecto será de 30 minutos como mínimo, el cual aumentará de acuerdo a la distancia y ubicación entre el punto del IGN y el punto por conocer basado en el criterio del ingeniero especialista.
- e. El Tiempo de Observación Útil para Puntos de Control dentro del proyecto será de 10 minutos como mínimo, tomando en cuenta la distancia entre el punto BASE conocido y el punto de proyecto por conocer con el criterio del ingeniero especialista, bajo su responsabilidad.
- f. Las Tarjetas de Valores se elaborarán de acuerdo al modelo de IGN (Formato Referencial), agregando el día y la fecha de lectura de datos, firmadas por el Ing. Jefe del Estudio y el Ingeniero Especialista.
- g. Se elaborará un Informe de Georreferenciación y se anexarán los siguientes documentos:
  - ✓ Plano Clave de Ubicación de Puntos de Control del Proyecto.
  - ✓ Memoria Descriptiva.
  - ✓ Croquis de Enlaces y Hoja de Resumen de Puntos de Control del Proyecto.
  - ✓ Reportes de Post-Procesos de Líneas Base y Ajustes de Redes con (03) tres puntos como mínimo.
  - ✓ Reporte de Ajustes de Redes con (03) tres puntos como mínimo.
  - ✓ Croquis de la ubicación de puntos dentro de las tarjetas de valores con sus respectivos puntos de referencia (R1, R2) y progresiva referencial.
  - ✓ Tarjetas de Valores de los Puntos de Enlace del IGN utilizados y de los puntos de control del proyecto.
  - ✓ Especificaciones Técnicas y Certificados de Calibración de los equipos utilizados.
- h. Sistema de Referencia  
Se utilizará como Sistema de Referencia el Elipsoide WGS84 (World Geodetic System 1984), y el Sistema de Proyección UTM (Universal Transversal Mercator) y el Modelo Geoidal EGM2008 (Earth Gravitational Model 2008) para el cálculo corrección de las elevaciones (de los puntos de control de georreferenciación).
- i. Puntos de Enlace  
Se utilizarán como puntos de enlace, aquellos que pertenecen al Sistema Geodésico Oficial, conformada por la Red Geodésica Horizontal Oficial (REGGEN), la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continua (REGPMOC) y la Red Geodésica Vertical Oficial del IGN (INSTITUTO

GEOGRÁFICO NACIONAL), la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) Sustentado en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000. – International Terrestrial Reference Frame 2000. (ITRF2000) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 2000.4 relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980- Geodetic Reference System 1980 (GRS80). Para la clasificación del Orden del Punto Geodésico, se deberá tener en cuenta el cuadro ubicado en la «Norma Técnica Geodésica», en el Capítulo N°03, Art. 3.1 «Clasificación de los Puntos Geodésicos» del IGN, ítem 3.1.5. «Puntos de Apoyo», utilizando como mínimo puntos de Orden "B".

**CUADRO DE CLASIFICACIÓN DE PUNTOS GEODÉSICOS**

Numero mínimo de estaciones de control de la Red Geodésica Horizontal que se deben enlazar:	0	A	B	ENLACE
0	8			RED
A	3	3		RED
B	3	3	3	RED
C	1	1	1	LÍNEA BASE
APOYO (PFCHA)	1	1	1	LÍNEA BASE

Separa de las estaciones:	0	A	B	C	APOYO (PFCHA)
Máxima (KM entre estaciones bases dentro del área del proyecto	4000	1000	500		
Máxima (Km entre estaciones bases y el punto a establecer	3500	500	250	100	100

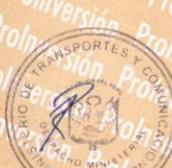
De la misma manera, para los trabajos de nivelación los puntos de enlace corresponderán a la **Red Geodésica Vertical Oficial del IGN.**

**j. Puntos de Control del Proyecto (Georreferenciados)**

- Se colocarán pares de puntos de control georreferenciados cada dos (02 Km), incluyendo al inicio y fin del tramo, con la finalidad de establecer las poligonales de apoyo cerradas a corta distancia y minimizar los errores de cierre angular, longitudinal y altimétrico.
- También se colocarán pares de puntos de control (Línea Base) en áreas de levantamientos adicionales o complementarios (áreas de fuente de agua, materiales, depósitos de material excedente, puentes, túneles, etc.), que se ubiquen fuera del ámbito del proyecto, el CONCESIONARIO coordinará con la Unidad Gerencial de Estudios.
- Los puntos de control del proyecto serán monumentados con hitos de concreto de 0.40x0.40x0.60 m de acuerdo con la Norma Técnica Geodésica: Especificaciones Técnicas para el Posicionamiento Geodésico Estático relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global, aprobado con Resolución Jefatural N° 139-2015-GN/UCCN del 25.12.2015 y/o sus normas modificatorias y/o sustitutorias.
- Los puntos estarán ubicados en lugares despejados para evitar las interferencias de la señal satelital y protegidos para su seguridad, los pares de puntos deberán tener visibilidad entre sí, para permitir la respectiva medición de distancia.
- La tolerancia para errores relativos o posicionales de los puntos de control de georreferenciación será de 1/100000.

**k. Poligonal de Apoyo**

- Se establecerán poligonales de apoyo cuyos vértices se ubicarán entre los pares de puntos de control del proyecto, conformando poligonales cerradas.
- Los vértices de la poligonal de apoyo serán monumentados mediante hitos de concreto de 0.30x0.30x0.40m, con fierro corrugado de media



pulgada (01/2"), consignándose sus respectivos puntos de referencia (R1, R2).

- Se realizarán los ajustes de la poligonal, teniendo en cuenta el uso de los Factores de Escala de los puntos de control resultantes de la Georreferenciación.
- Se anexarán al informe los cuadros de ajuste de poligonal de apoyo.
- La tolerancia de cierre angular de cada poligonal de apoyo será de  $p''/n$  donde:  $p$ = precisión del equipo topográfico ( $p \leq 5''$ ),  $n$ = número de vértices de la poligonal, y en lo que se refiere a la tolerancia de cierre lineal esta será de 1/10000.
- Con los errores de cierre tolerables se efectuará la compensación de ángulos y distancias y la determinación final de las coordenadas UTM de los vértices.
- Finalmente, se realizará la respectiva conversión de coordenadas UTM del sistema WGS84 a coordenadas TOPOGRÁFICAS PLANAS, que serán verificadas en campo y con los cuales se efectuarán los levantamientos topográficos y replanteos requeridos.
- Deberá incluir la ficha informativa de los vértices de la poligonal de apoyo básica y de las auxiliares, en las que indique las coordenadas UTM y topográficas, y la información fotográfica de su ubicación.
- EL CONCESIONARIO deberá presentar un cuadro de resumen de coordenadas UTM y Topográficas del estacado del eje de la vía existente, cada 20.00m en tangente y cada 10.00m en curvas, ubicación de los puentes existentes, obras de arte existentes, BM's, Puntos GPS.

### TOPOGRAFIA

#### a. Nivelación

- Se buscará como mínimo un (01) Punto de Control Vertical o Bench Mark (BM), perteneciente a la Red de Nivelación Nacional del Instituto Nacional Geográfico (IGN), cercano a la zona del proyecto.
- Se establecerán BM's para el proyecto, los cuales deberán estar distribuidos a cada 500 m, en promedio, a lo largo del eje de la vía, desde el inicio (BM-0) hasta el final, inclusive. Éstos BM's deberán colocarse en lugares debidamente protegidos, fuera del alcance de los futuros trabajos en la zona del eje proyectado, y deberán referenciarse a dos puntos inamovibles.
- Los BM's deberán monumentarse mediante hitos de concreto de 0.30x0.30x0.40 m., con fierro corrugado de media pulgada ( $\phi 1/2''$ ), consignándose sus respectivos puntos de referencia (R1, R2).
- La nivelación se realizará por el método de Nivelación Geométrica. El circuito de nivelación será de ida y vuelta (circuito cerrado) o de similares características; cuya longitud de ida (o vuelta) será de 500 m aproximadamente.
- Siguiendo el mismo método de nivelación geométrica, con la cota del BM del IGN se obtendrá la "Cota de Partida". Con la "Cota de Partida" se obtendrá la cota del BM-0. A partir de la cota del BM-0 se obtendrá la cota del BM más próximo.
- Para la obtención de las cotas de los demás BM's será siguiendo el mismo procedimiento; es decir, iniciando y terminando en dos (02) BM consecutivos.
- La tolerancia de cierre o Error de Cierre permitido (Ecp) deberá ser de acuerdo a la siguiente expresión expresada en metros:  $0.012x\sqrt{k}$  (ó  $0.012xk^{1/2}$ ), donde el valor de "k" es la distancia de desarrollo de la nivelación expresada en kilómetros.
- En caso no se encuentre un BM del IGN perteneciente a la Red de Nivelación Nacional cerca de la zona del proyecto, la cota del BM de inicio será obtenido por el **método de Georreferenciación** a partir de la cota de otro BM perteneciente a la Red de Nivelación Nacional del IGN y en el cual se procesará con el Modelo Geoidal EGM2008. Para la utilización de este método y las razones de su empleo, el

CONCESIONARIO deberá sustentarlo y exponer a la Unidad Gerencial de Estudios para su aprobación.

- Se deberá presentar lo siguiente:
  - Informe describiendo la metodología de trabajo, la cantidad de circuitos realizados. Así como también el Error de cierre permitido (error teórico) y el Error cometido (error de campo). Además, se presentará la relación de equipos topográficos utilizados, recursos humanos empleados (brigadas), tiempo de duración.
  - Se deberá presentar los cuadros de cálculo de cada Circuito, de Nivelación, sus cotas finales compensadas, incluyendo los errores teóricos y errores de campo.
  - Se deberá presentar un cuadro resumen de las cotas finales de los BM's, de los Puntos de Control (georreferenciados), de los vértices de las Poligonales de Apoyo, de los Puntos de Control para Levantamientos Complementarios y de algún otro punto de importancia en el proyecto.
  - Se deberá presentar los Certificados de Calibración de los Equipos Topográficos a utilizar, emitidas por reconocidas empresas y garantizar el buen estado de funcionamiento de dichos equipos. Los certificados de calibración no podrán tener una antigüedad mayor a seis (06) meses durante la ejecución de los trabajos de campo.

### MAPA TOPOGRÁFICO

- Se definirá el área a levantar, sobre planos a escalas en zona rural de 1/500 teniendo en cuenta la longitud del proyecto y el ancho suficiente para poder efectuar variantes siendo el mínimo aceptable de 100 metros a cada lado del eje preliminar y en coordinación previa del requerimiento de las demás especialidades.
- El Mapa topográfico podrá obtenerse mediante la restitución analítica de los fotogramas obtenidos en un vuelo fotogramétrico, siguiendo las Especificaciones Técnicas para la producción de mapas topográficos a escala 1:1000 del IGN.
- En el caso de realizarse con medios topográficos, se efectuarán con estación total por radiación a partir de los vértices de las poligonales, o mediante observaciones con GPS Diferencial de Doble Frecuencia (L1/L2), recomendando utilizar una configuración de máscara de elevación de 13°; intervalos de grabación de 5" como máximo y un PDOP menor a 10; para lo cual se establecerá una red de puntos ubicados a distancias no mayores a 10 metros.
- Se colocarán BM's (Bench Mark) monumentados con hitos de concreto cada 500 m (cada BM deberá de llevar inscrito la cota nivelada), en lugares debidamente protegidos, fuera del alcance de los trabajos y referenciados a puntos inamovibles, tomando como referencia las cotas de los hitos de control vertical del IGN más cercanos que existan en la zona.
- Las cotas de los BM's y de las poligonales de apoyo, se nivelarán diferencialmente (geoméricamente) y se cerrarán cada 500 m. con nivelación de ida y vuelta. La tolerancia de cierre será de  $0.012 \sqrt{k}$  metros (k: distancia nivelada en kilómetros).
- En caso de no encontrarse BM's de la Red de Nivelación Nacional del IGN relativamente cerca de la zona del proyecto, previa coordinación y conformidad del especialista de la Unidad Gerencial de Estudios, se podrá emplear la altura ortométrica resultante de un punto, procesado con el Modelo Geoidal EGM2008, medido a partir de un BM Oficial, mediante métodos geodésicos.

### REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL TERRENO

- **Detalles Planimétricos.-** Se representarán todos los detalles y particularidades de la superficie del terreno, tales como: vías existentes, centros poblados, ríos, cursos de agua, canales, muros, cercos, torres, postes, cables, edificaciones, viviendas, veredas, líneas de fachada, tapa de buzones, tuberías, gaseoductos, oleoductos etc. (debidamente

representados mediante una simbología adecuada y con la respectiva toponimia).

- **Detalles Altimétricos.** - Se representará la altimetría del terreno generadas en el levantamiento, el que deberá mostrar todos los detalles altimétricos, mediante las curvas de nivel, diferenciando las curvas maestras de las intermedias por el color y grosor del trazo, debiendo estar las primeras debidamente acotadas. El intervalo entre las curvas de nivel debe ser de 2 metros, o menor dependiendo de la inclinación del terreno a representar. Se deberá indicar los puntos en las cumbres y en las depresiones mediante su cota respectiva.
- **Plano Topográfico.** - Se elaborará el plano topográfico a escala 1:2,000 con indicación de los ejes coordenados, señalando los valores Norte y Este de cada retícula del sistema de coordenadas, la distancia entre los ejes de coordenadas debe ser de 200 metros como máximo.
- El dibujo de las curvas de nivel deberá ser revisado por el ingeniero especialista, responsable del levantamiento topográfico, no del dibujante.

### LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS COMPLEMENTARIOS

Se incluyen los levantamientos topográficos requeridos para el diseño de puentes, intersecciones de vías, muros, obras de arte, áreas afectadas, áreas de fuentes de materiales, depósitos de material excedente y canteras, área destinada para el diseño del peaje, etc.

- En las zonas urbanas la topografía deberá incluir todos los detalles existentes, incluyendo cotas, veredas, líneas de fachada, tapas de buzones, postes, etc. debiendo coordinar con las entidades que administren los servicios de energía eléctrica, teléfono, redes de comunicación, agua y desagüe etc. Los planos en planta de los poblados atravesados por la vía se presentarán a escala 1:500, con curvas de nivel cada 0,50 metros, indicando el ancho de la vía, bermas, veredas, construcciones (línea de fachadas), intersecciones con calles o caminos, paraderos, postes, tapas de buzones, etc. EL CONCESIONARIO deberá considerar los planes de expansión urbana que pudieran existir en la zona para lo cual coordinará con las autoridades municipales y/o gobiernos locales.
- En los cauces de ríos, cursos de agua menores y huaycos, se efectuarán los levantamientos topográficos necesarios para diseñar las obras de drenaje y obras de arte complementarias, materializando poligonales auxiliares a lo largo del cauce. Las longitudes mínimas de levantamiento serán:

Estructura Existente o Proyectada	Longitud de levantamiento		
	Agua Arriba	Agua Abajo	A los extremos de la Ribera
Puentes	500m.	350m.	30m.
Alcantarillas	200m.	100m.	30m.
Badenes	200m.	100m.	30m.

- Se tomarán secciones, perfiles y niveles a detalle en los cruces con otras vías, intersección de calles, canales, acequias, alcantarillas, badenes y muros proyectados y otros que tengan incidencia en el trazo, para poder definir las soluciones más convenientes.
- Se efectuará un registro completo de la ocupación del derecho de vía, a fin de individualizar las edificaciones, cultivos, puntos de venta y otros. En caso de afectar edificaciones o terrenos de propiedad privada o ante la necesidad de ensanchamiento de la vía, corrección de trazado o variantes, se efectuarán levantamientos topográficos complementarios.
- La extensión de las áreas y perímetros del levantamiento topográfico, para canteras y depósitos de material excedente (DME's), deberán ser representadas en un plano topográfico para su respectiva revisión y verificación por la Unidad Gerencial de Estudios.

- Se realizará un inventario de todas las obras de arte, alcantarillas, badenes, muros de contención, etc., indicando su ubicación, su diámetro o dimensiones, las cotas de fondo a la entrada y salida.
- El CONCESIONARIO deberá demostrar con certificados de calibración emitidas por empresas reconocidas, el buen estado de los equipos topográficos a utilizar. Los certificados de calibración de los equipos no podrán tener una antigüedad mayor a seis (06) meses para su empleo en la ejecución de los trabajos de campo.

### DISEÑO GEOMÉTRICO

#### a. Normatividad

Se utilizará la normatividad vigente a la fecha durante la elaboración del Estudio, incluyendo sus modificatorias de ser el caso. En la elaboración del Estudio también se deberá de considerar la sección de la vía aprobada por la Dirección de Caminos y Ferrocarriles y mediante el Memorándum N° 674-2014-MTC/14 de fecha 20/03/2014 que adjunta el Informe N° 010/2014-MTC/14.01.JAC de fecha 19/03/2014 y reafirmado mediante el Memorándum N° 1041-2018-MTC/14 de fecha 21/06/2018. Ver Cuadro adjunto.

#### PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CALZADA

TIPO VIA	AUTOPISTA DE PRIMERA CLASE
UBICACIÓN	ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LIMA
IMD	MAYOR A 6 000 VEH/DIA
N° DE CALZADAS	2, UNA PARA CADA SENTIDO DE TRÁFICO
N° DE CARRILES	3, EN CADA CALZADA
SECCIÓN CARRIL	3.60 M.
BERMA	EXTERIOR= 1.40, INTERIOR = 0.50 M.
GALIBO	5.50 M., LIBRE SOBRE LA CALZADA Y BERMAS, EN TUNEL Y PASO BAJO PUENTES (5.50M +1.0FT BAJO PUENTES PEATONALES)
VELOCIDAD PROYECTO	80 KM/HR
SEPARADOR CENTRAL	2.0 M., INCLUYE LAS BERMAS INTERIORES Y UN GUARDAVIA TIPO NEW JERSEY
RADIO MINIMO	280 M
CURVA TRANSICION	TIPO CLOTOIDE, A>= 150, LONGITUD MINIMA= 65 M.
RADIO SIN CURVAS DE TRANSICION	>= 600 M
PENDIENTE LONGITUDINAL	M AXIM 0.5%, EXCEPCIONAL: 5% EN ZONA DE TUNEL: 3% MAXIMO
KV	CONVEXO: 4900. CONCAVO: 3200
LCVMINIMO	80 m
TRAMOS SINGULARES:	DOS TUNELES DUALES, UN TUNEL INDEPENDIENTE PARA CADA CALZADA CONSERVANDO LOS TRES CARRILES DE 32.60 M C/U, EN TOTAL 4 TUNELES

Para el diseño se utilizarán programas de cómputo (software) de diseño vial, que cuenten con aceptación internacional o nacional.

#### b. Características de Diseño



El proyecto requiere conseguir un alineamiento horizontal homogéneo, donde tangentes y curvas se sucedan armónicamente, evitando en lo posible la utilización de radios mínimos.

Deberá tener en cuenta para la proyección de las secciones típicas en las zonas accidentadas, el ancho necesario para la proyección de barreras de seguridad.

Se indicarán los puntos del eje, distanciados cada 20 metros en tangente y 10 metros en curvas, identificándolos mediante la progresiva correspondiente.

Se emplearán curvas con espirales (clotoides) para mejorar las características geométricas, la visibilidad y el desarrollo del peralte y sobre ancho.

Se obtendrán las cotas de todos los puntos del eje, levantándose el perfil longitudinal del terreno y se diseñará la rasante correspondiente, evitando en lo posible la utilización de pendientes máximas.

Las secciones transversales se obtendrán en cada punto del eje, en un ancho no menor de 30 metros a cada lado, debiendo permitir la obtención de los volúmenes de movimientos de tierra y el diseño de obras de arte.

En los sectores llanos u ondulados (orografías de tipo 1 y 2) el diseño de la sección transversal se prolongará hasta la zona de seguridad por lo menos, cuya magnitud será determinado por la velocidad de operación al 85 percentil e intensidad del tráfico. A medida que la altura del terraplén aumente, el especialista del CONCESIONARIO deberá decidir, mediante un estudio económico, si en algunos tramos conviene tender los taludes hasta el mencionado valor ahorrándose así la barrera de seguridad, o mantener el talud 1.5 (H):1 (V) con dicho elemento de protección, en cuyo caso deberá dotarse del sobreecho de plataforma necesario (que incluye el sobreecho de compactación) para el funcionamiento de la barrera.

En los sectores donde se cruza centros poblados, considerará para los diseños principalmente los criterios de seguridad vial, de manera que permita separar las diferentes categorías de usuarios, llámense vehículos, peatones y/o ciclistas, de tal forma que interactúen lo menor posible. Para la mejor solución, deberá tener coordinación con el especialista de Seguridad Vial.

Se deberá tener coordinación estrecha con las demás especialidades, de manera que las infraestructuras laterales que se proyecten y que conforman la sección de diseño, llámense muros de contención y sostenimiento, cabezales de alcantarillas, bordillos, etc. no representen obstáculos fijos dentro de la zona de seguridad, en cuyo caso, se deberá prever el uso de barreras de seguridad y/o de los anchos requeridos en la plataforma para su funcionamiento.

El radio de curvatura es un parámetro de diseño del elemento geométrico del proyecto que depende de la velocidad de diseño. Ver Manual de Carreteras - Diseño Geométrico aprobado mediante Resolución Directoral N° 03-2018-MTC/14 del 30 de enero del 2018 en la sección 204 Velocidad de Diseño.

### c. Replanteo correspondiente al Estudio

Se efectuará la materialización del eje proyectado de la vía principal, estacado cada 20.00 metros, debiendo tener mayor atención una vez identificadas las zonas vulnerables y puntos críticos.

En forma complementaria deberá referenciarse mediante progresivas pintadas y ubicadas al borde de la vía o en lugares visibles fuera del tráfico y sobre puntos fijos que perduren durante la ejecución del estudio como roca, muros, parapetos, etc.

Se deberá referenciar también en los cruces con los cursos de agua, las zonas de erosión de riberas, zona de derrumbes, etc.

El perfil longitudinal del eje de la vía proyectada, será determinado de la nivelación geométrica de las estacas replanteadas en el terreno.

d. Presentación de Planos

- El **CONCESIONARIO** deberá presentar planos en coordenadas topográficas planas, para facilitar los trabajos de replanteo en campo. Presentar el Plano Clave y Plano de Ubicación, así como los Planos de Planta y Perfil Longitudinal con su respectiva escala gráfica.
- Los planos de Planta y Perfil Longitudinal deberán ser presentados a colores, a escala 1/1000 y los planos de secciones transversales a escala 1/200, presentando las secciones cada 20.00m, debiendo también anexar las secciones de las alcantarillas y obras de arte proyectadas.
- Plano de Secciones Típicas sectorizadas, según sea el caso, anexas: do el respectivo sobreaño de compactación (SAC).
- No se aceptará superposición de información.
- El tamaño del texto de los nombres, valores de las coordenadas, ángulos distancias, progresivas, cotas de las curvas de nivel maestras, etc., deberá permitir su lectura, a la escala de presentación fijada para la revisión.
- Deberá indicar los nombres de los centros poblados, ríos, nombres de calles, ríos, puentes, quebradas, y además detalles que sean necesarios, etc., próximos al eje de la vía.
- Los planos se presentarán en formato A-3. Los planos deberán ser presentados en formato físico y digital editable
- Se incluirá en los planos en planta la delimitación del derecho de vía de manera que permita proyectar su demarcación y señalización (Resolución Ministerial No 404-2011-MTC/02).
- La lectura de los planos de planta y perfil longitudinal es como sigue; de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo, las progresivas del alineamiento es ascendente, de menor kilometraje a mayor kilometraje. La lectura de los planos de secciones transversales es de izquierda a derecha, de abajo hacia arriba y el kilometraje es ascendente.

**GEOREFERENCIACIÓN, TOPOGRAFIA, TRAZO Y DISEÑO VIAL DE LOS TÚNELES**

• Georeferenciación y Topografía

Levantamiento topográfico general de la zona correspondiente al Túnel Proyectado y accesos, documentado en planos a escala 1:500 con curvas de nivel cada 0.50 m.

Toda la información estará enlazada a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN) y en el Sistema de Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator), utilizando como Sistema de Referencia el Datum WGS84.

Se señalarán las áreas sujetas a procesos erosivos de la vía y de estabilidad de taludes actuales, socavación de la plataforma, fallas y afectación de drenajes superficiales, detección de cárcavas y otros deterioros de la vía, que puedan encontrarse en los trabajos topográficos que el **CONCESIONARIO** determine y que servirá en su oportunidad para que el especialista diseñe la solución que corresponda, en toda la integridad del fenómeno.

La información topográfica deberá estar preparada para la aplicación de técnicas catastrales, a fin de poder obtener un registro completo de la ocupación del derecho de vía, individualizar las edificaciones, cultivos y otros. En caso de que el diseño afecte edificaciones o terrenos de propiedad pública o privada o ante la necesidad de ensanchamiento de la vía, corrección de trazado o variantes, se efectuarán levantamientos topográficos complementarios in situ que permitan elaborar los documentos técnicos de identificación para que la Entidad evalúe los límites de predios y áreas totales a expropiar.





• Trazo y Diseño Vial

El CONCESIONARIO deberá diseñar la ubicación exacta del túnel, en planta, así como establecer los niveles correspondientes para todos sus componentes. Así establecerá la armonía del conjunto en función de la ubicación de la estructura y ambos accesos. Junto con el trazo se deberán considerar todos los aspectos relativos a la construcción, explotación y conservación del túnel.

La sección transversal deberá comprender la sección destinada a la circulación peatonal y vehicular, con tres carriles bidireccionales como mínimo de 3.60 m de ancho cada uno, berma exterior e interior en concordancia con el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 y el Manual de Carreteras: Túneles, Muros y Obras Complementarias, veredas de 0,75 metros, como mínimo. El galibo mínimo de 5.50 m, se debe respetar sobre todo el ancho de la calzada.

Específicamente se indica que la dimensión de las bermas exterior e interior deben de mantener como mínimo la sección típica de diseño de la carretera o vía en la cual se encuentra el túnel. Ver Manual de Carreteras- Diseño Geométrico aprobado mediante Resolución Directora 03-2018-MTC/14 del 30 de enero del 2018, en la subsección 304.12.02- Túneles.

Los alineamientos vertical y horizontal deberán ser compatibles con la velocidad de diseño.

• Replanteo de Accesos y Eje en la Zona de Encampane del Túnel

– Se deberá efectuar el replanteo del eje a lo largo de la vía (accesos), debiendo tener mayor atención una vez identificado las zonas vulnerables y puntos críticos, utilizando estación total, mediante distancias topográficas planas y no distancias geodésicas.

Se efectuará la materialización del eje proyectado y Pl's definido en el Diseño Geométrico en la zona de accesos, estacando cada 20 metros

– Se efectuará la materialización del eje proyectado del Túnel en la zona de encampane, estacando cada 50.00m en tramos tangente y cada 25.00m para tramos curvos o de existir variaciones bruscas en el relieve del terreno, incluyendo los Puntos de Entrada y Salida respectiva.

– Utilizando los hitos monumentados correspondientes a la poligonal básica y las auxiliares, deberá replantear el estacado del eje y Pl's, ello servirá para posibilitar la posición exacta de las obras de arte y drenaje y permitir la ubicación requerida por las demás especialidades de ingeniería.

En forma complementaria deberá referenciarse mediante progresivas pintadas y ubicadas al borde de la vía o en lugares visibles fuera del tráfico y sobre puntos fijos que perduren durante la ejecución del estudio como roca, muros, parapetos, etc.

– Los Planos tendrán los mismos requerimientos de presentación que los establecidos en el numeral de Diseño Geométrico de la Vía

**DELIMITACIÓN DEL DERECHO DE VÍA:**

El CONCESIONARIO deberá presentar un plano geo-referenciado del Derecho de Vía de la Carretera en escala H: 1/500, en donde se deberá anexar los cuadros de coordenadas UTM- WGS84, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Si existe un ancho de vía declarado mediante Resolución Ministerial, el CONCESIONARIO verificará que el Área de construcción de las obras definidas en este Estudio Definitivo están dentro del Derecho de Vía declarado.
- b. Si el ancho de vía no está delimitado mediante Resolución Ministerial, el CONCESIONARIO deberá establecer los vértices de la línea poligonal que lo define acuerdo con lo establecido en el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial y el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.
- c. Los segmentos de la línea poligonal que delimitan el Derecho de Vía tendrán una longitud mínima de diez (10) metros.



- d. Se deberá delimitar con línea entre cortada donde el área de explanaciones (Pie y borde de Talud), con la finalidad de verificar la aplicación del segundo criterio del ítem anterior.
- e. Los planos de planta a elaborar deberán estar geo-referenciados en el Sistema de Referencia WGS84 y las coordenadas de los puntos perimétricos deberán ser presentadas en el Sistema de Proyección UTM (Universal Transversal de Mercator).
- f. Se deberá anexar una memoria descriptiva que incluya los cuadros de coordenadas del perímetro del derecho de vía, el cual deberá incluir un formato digital en las extensiones dwg, xls, pdf, para los trabajos de replanteo en campo.

### 1.3.3. ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

#### 1.3.3.1 SEGURIDAD VIAL

Deberán incluirse los siguientes aspectos:

- a. Recolección y análisis de datos de accidentes de los últimos 5 años:
  - Recolección de datos en organismos públicos con residencias locales, policial, hospitales y otros;
  - Análisis de los datos, tipos de accidentes, factores y puntos de concentración de accidentes (PCA) de la carretera.
- b. Registro y análisis de las características físicas actuales de la vía, para identificar los factores que puedan afectar la seguridad vial:
  - Inexistencia o ineficacia de alumbrado público en zonas urbanas
  - Alineamiento horizontal y vertical inadecuado; tangente excesivo, visibilidad de parada reducida, etc.
  - Accesos e intersecciones irregulares o inadecuadas;
  - Estrechamiento de la vía o deformaciones de la superficie;
  - Bermas inexistentes o inadecuadas;
  - Puntos de cruce de ríos, ojos de agua y canales de riego vulnerables a accidentes con cargas peligrosas;
  - Puntos de cruce y recorrido de animales, peatones y ciclistas, paradas de buses, inadecuados dispositivos de seguridad vial.
  - Insuficiente o inadecuada señalización
  - Carencia y necesidad de defensas laterales (p. ej. guardavías y/o muros).
- c. Análisis de las características físicas de la vía proyectada, para identificar los factores que puedan afectar la seguridad vial: Magnitudes forzadas del alineamiento horizontal y vertical; estrechamiento de la vía; limitaciones de velocidad por presencia de curvas y/o restricciones de visibilidad; puntos de cruce e intersecciones; zonas de peligro por procesos externos; obstáculos fijos; zonas de seguridad, etc.
- d. Diagnóstico integrado, considerando los resultados del estudio de tráfico y demarcación en planta de los PCA.
- e. Definición de medidas para reducir y prevenir accidentes de tránsito
  - En los sectores donde se cruza centros poblados, considerará para los diseños de manera que permita separar las diferentes categorías de usuarios, llámense vehículos, peatones y/o ciclistas, e interactúen lo menor posible. El diseño deberá ser coordinado con el especialista de Diseño Vial.
  - Las medidas de protección que se estudiarán para los usuarios vulnerables serán: quietamiento del tránsito, separador central, islas de refugio, cruce de peatones, veredas, paraderos, etc. Se presentará el detalle de su ubicación, características y diseño.
  - En principio no es permitido la implementación de reductores de velocidad tipo resalto para este tipo de vía, sin embargo, si la situación amerita su uso, el especialista de Seguridad Vial y Señalización deberá justificarlo técnicamente, aplicando la Directiva N° 01-2011-MTC/14 Reductores de Velocidad tipo Resalto para el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).
  - En los tramos en túnel se deberá tener en cuenta las conexiones transversales, zonas de estacionamiento de emergencia vehicular



(plazoletas), módulos o refugios de auxilio peatonal (nichos), y otras en concordancia con el Manual de Túneles, Muros y Obras Complementarias.

- f. Sistemas de contención Tipo Barreras de Seguridad. Sobre la base de lo establecido en la Directiva N° 007-2008-MTC/02 Sistema de Contención de Vehículos tipo Barreras de Seguridad el CONCESIONARIO deberá proyectar el uso de sistemas de contención de vehículos que considere más apropiado para zonas críticas que representen riesgos de seguridad vial, tales como; accesos a los puentes, pasos a desnivel, curvas peligrosas, separadores centrales, taludes de terraplén, debiendo ser proyectados para que funcionen como un elemento de contención, diseñando la longitud adecuada para que el sistema se desarrolle en forma completa, concordantes con su función.
- g. Las dimensiones y características especificadas de los dispositivos de seguridad o medidas proyectadas, deberán ser concordantes en los diferentes documentos que componen el Expediente Técnico: Memoria Descriptiva, Planos, Especificaciones Técnicas, Metrados, etc.
- h. Cuando haya la necesidad de emplear una combinación de barreras rígidas de concreto con barreras metálicas, se debe contemplar el diseño de empalme entre estos tipos de barrera.
- i. Los sectores que representen riesgo o inseguridad vial se proyectarán con la debida señalización, diseñando adicionalmente, según sea el caso, elementos de seguridad como sardineles, postes delineadores, barreras de seguridad vial, guardavías y/o muros y amortiguadores de impacto.
- j. En casos necesarios, el CONCESIONARIO diseñará rampas de ascenso (tercer carril), rampas de frenado, sobreanchos, banquetas de visibilidad, etc.
- k. Se pondrá énfasis a las medidas de protección a peatones y transporte no motorizado en las áreas urbanas y sub urbanas diseñando de ser necesario islas de refugio de peatones, medidas para el aquietamiento del tránsito, u otras.
- l. EL CONCESIONARIO deberá establecer las normas y medidas de seguridad necesarias para disminuir los riesgos de accidentes de tránsito durante las obras.

### 1.3.3.2 SEÑALIZACION

Para la señalización debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a. El CONCESIONARIO deberá efectuar el estudio y diseño de la señalización tanto vertical como horizontal de la vía, de acuerdo a la necesidad de la misma y en concordancia con el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente y sus modificatorias, teniendo en cuenta los resultados de los estudios de seguridad vial.
- b. El diseño de la señalización deberá ser compatible con el diseño geométrico de la vía, de manera que las señales contribuyan a la seguridad vial y tengan buena visibilidad, en concordancia con la velocidad del tránsito automotor.
- c. Las dimensiones y características especificadas deberán ser concordantes en los diferentes documentos que componen el Expediente Técnico: Memoria Descriptiva, Planos, Especificaciones Técnicas, Metrados etc.
- d. De acuerdo a los resultados de los estudios de seguridad vial en las zonas de alto riesgo de la carretera o donde se tengan registros de accidentes, deberá tener especial atención en el diseño de la señalización, proponiendo señales de mayor dimensión con colocación repetitiva a intervalos previos para los reductores de velocidad tipo "resalto", barreras de seguridad o guardavías, barandas, o del dispositivo diseñado.

### 1.3.3.3. Señalización Horizontal Marcas en el Pavimento

- El CONCESIONARIO determinará las señales y marcas en el pavimento necesarias para posibilitar que los usuarios de la carretera, tanto vehiculares como peatonales (población próxima a la vía), transiten por ella con seguridad.
- Deberá especificar adecuadamente la pintura a utilizar para las marcas en el pavimento, las mismas que deberán ser retrorreflectivas mediante el uso de microesferas de vidrio aplicadas a la pintura.
- La dosificación de la pintura y las microesferas deberán estar acordes con el tipo de pavimento. A mayor rugosidad o mayor abertura del asfalto, deberá especificarse mayor dosificación a fin de lograr una adecuada cobertura y retrorreflectividad. el CONCESIONARIO deberá especificar los valores de retrorreflectividad para cada color (blanco en bordes y amarillo en el eje de la vía)
- Deberá incluir en los metrados y precios unitarios, doble aplicación de marcas en el pavimento: una primera de carácter temporal en los tramos asfaltados que se entreguen, y la segunda aplicación una vez concluido el asfaltado para la recepción final.

### Tachas u ojos de gato

- El CONCESIONARIO deberá incluir el uso de marcadores de pavimento (tachas u ojos de gato), particularmente en zonas de neblina, curvas, pendientes y cualquier otro sector que requiera mejor visibilidad nocturna. Deberá evitar el uso simultáneo o repetitivo de elementos reflectivos (en postes delineadores, reflectores de guardavías y tachas) para evitar confusión al usuario de la vía.
- Igualmente deberá evitar el uso simultáneo de tachas en el eje y en el borde la vía, particularmente en curvas cerradas, donde puede causar confusión en la noche.

### 1.3.3.4. Señalización Vertical

- El CONCESIONARIO deberá proyectar la colocación de señales verticales para prevenir, requerir o informar a los usuarios
- Las dimensiones de las señales deberán estar acordes a la velocidad de circulación de los vehículos, y a la "polución visual" que pueda existir en la vía. En zonas urbanas, donde existe mayor cantidad de elementos entretenedores (postes, publicidad, plantas, etc.) deberán especificarse señales de mayores dimensiones.
- Deberá proyectar las dimensiones y materiales de los paneles para cada tipo de señal así como los elementos de soporte estructural y cimentación correspondientes.
- Presentará la ubicación de cada tipo de señal con su diseño respectivo, indicando sus dimensiones y contenido; así como los cuadros resúmenes de las dimensiones y metrados de las mismas.
- La altura del dado de concreto para el soporte no deberá sobresalir del terreno más de 0.10 metros, salvo que este fuera de la zona de seguridad.
- El CONCESIONARIO deberá especificar señales de ruta a fin de informar al usuario de la vía misma, y familiarizarlo con la nomenclatura del MTC. Estas señales podrán colocarse tanto en postes individuales, como en señales informativas de localización y destino. Igual criterio deberá adoptar para rutas departamentales o rutas vecinales que nacen de la ruta nacional.
- El CONCESIONARIO deberá incluir las señales de protección del medio ambiente. Estas señales podrán colocarse tanto en postes individuales, como en señales informativas de localización y destino. Igual criterio deberá adoptar para rutas departamentales o rutas vecinales que nacen de la ruta nacional.

### 1.3.3.5. Señalización y Procedimientos de Control de Tránsito durante la ejecución de la obra.

- Deberá presentar los planos de señalización y los procedimientos de control de tránsito durante la ejecución de obra, los que deberán estar en función del cronograma de la misma, incluyendo las responsabilidades del Contratista y los requerimientos de comunicación en las localidades afectadas, a fin de alertar a los usuarios de la vía sobre las interrupciones, desvíos de tránsito y posibles afectaciones en los tiempos de viaje.
- En lo referente a la señalización durante la ejecución de la obra, esta deberá estar de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 05 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.
- El CONCESIONARIO deberá presentar un plano de detalle de desvíos de acuerdo a los procedimientos de control de tránsito durante la ejecución de la obra.

### 1.3.3.6. Auditorías de Seguridad Vial

El CONCESIONARIO implementará en el EDI las recomendaciones que el CONCEDENTE adopte fruto de las auditorías de Seguridad Vial a realizar según el Manual de Seguridad Vial.

El CONCESIONARIO será responsable de entregar al CONCEDENTE las auditorías de seguridad vial. La auditoría de seguridad vial en diseño preliminar deberá ser entregada al CONCEDENTE dentro de los 60 días tras la firma del Contrato. El CONCEDENTE deberá comunicar al CONCESIONARIO las recomendaciones a ser adoptadas fruto de la auditoría de seguridad vial en diseño preliminar dentro de los 90 días tras la firma del Contrato. La auditoría de seguridad vial en diseño detallado será realizada cuando el diseño detallado se encuentre al 80%. El CONCEDENTE deberá comunicar al CONCESIONARIO las recomendaciones a ser adoptadas fruto de la auditoría de seguridad vial en diseño detallado dentro de los 30 días tras recibir dicha auditoría.

## 1.3.4. ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

### 1.3.4.1. Estudio Geológico- Geotécnico de la Carretera:

El CONCESIONARIO iniciará el estudio recopilando y analizando información de los estudios geológicos geotécnicos existentes, de la zona de trabajo. Elaborará el informe y plano geológico regional de la carretera.

Se desarrollarán los estudios de Peligro sísmico para la carretera, puentes y túneles, empleando metodologías adecuadas, tomando como base la información de sismos históricos e instrumentales, que definan las aceleraciones, velocidades y/o coeficientes máximos y de diseño. La definición del sismo de diseño corresponderá a 7% de excedencia en 75 años, tanto para en superficie como subterráneas. Para el Estudio del Peligro sísmico el CONCESIONARIO debe adquirir los registros de sismos históricos de la zona a evaluar, los cuales deben ser considerando la historia sísmica hasta la fecha de inicio del estudio, esta información la debe adquirir en el Instituto Geofísico del Perú (IGP). El resultado de dichos estudios será la entrega de los espectros de Peligro Uniforme de aceleración para carreteras y puentes (según nomas AASHTO LRFD y los criterios de la AASHTO Guide Specifications for LFRD Seismic Bridge Design) y de velocidad para estructuras subterráneas (según los criterios de la Technical Manual of Design and Construction of Road Tunnels-FHWA (2009). Deberá entregarse los valores de PGA y/o PGV, según corresponda a cada tipo de estructura. Así mismo el Estudio deberá incluir las Curvas de Probabilidad de

Excedencia de Aceleración y/o Velocidad, con cálculos de amortiguación, periodo fundamental del suelo y clasificación sísmica de los suelos diferenciados, según corresponda al requerimiento estructural proyectado. Para el análisis de



licuación aplicar el procedimiento de desagregación del sismo de diseño.

#### 1.3.4.2. Geología y Geotecnia:

**Estudio Geológico a nivel Regional.-** Se iniciará luego de la colocación de los Bench - Mark (BM) durante los trabajos de topografía, en donde se identificarán las coordenadas de inicio y final de la carretera, para lo cual el especialista en geología y geotecnia deberá hacer uso de información topografía definitiva (todas las estructuras y recomendaciones serán referidas a progresivas finales de proyecto); con mayor razón en el caso de la ubicación de excavación, de calicatas, líneas sísmicas y sondajes en apoyos. La ubicación de los puntos donde se efectuarán las perforaciones diamantinas se realizarán mediante replanteo topográfico luego de definido el eje, conforme al avance del diseño vial en planta que esté de acuerdo con la especialidad de Topografía y trazo para el informe a presentar.

Se deberá realizar en primer orden el Cartografiado geológico a nivel de Geología **Regional** (escala 1/25,000) para lo cual deberá utilizar como información base los Cuadrángulos Geológicos publicados por el INGEMMET y la información topográfica existente para esa misma escala (IGN, MINISTERIO DE AGRICULTURA, SAN). Por ningún motivo se aceptarán transcripciones de la información geológica si no está debidamente referenciado el autor.

La información Geológica Regional obtenida será plasmada en un mapa geológico regional respectivo y deberá describir lo evidenciado geológicamente en el campo a nivel de la **vía**. La información descrita deberá ser coherente con la que se considerará en la información geológica al detalle en la Geología Local.

Así mismo, la información geológica regional deberá indicar la interpretación geomorfológica, estratigráfica, litográfica, geología estructural en el emplazamiento del tramo. Estas interpretaciones geológicas deberán estar plasmadas en mapas o planos a escala adecuada (1/25,000), sobre los que se identificarán poblados y quebradas principales, puentes existentes, toponimia y demás elementos geológicos de utilidad al Estudio.

Por ningún motivo se aceptará información transcrita de los cuadrángulos del INGEMMET debido a que la información es para otros objetivos, la información proporcionada por esta Entidad servirá de base para la tipificación de las unidades litoestratigráficas, unidades geomorfológicas y estructurales, así mismo servirá de referencia bibliográfica, considerando también las leyendas utilizadas en estos cuadrángulos y aprobadas por la entidad.

#### 1.3.4.3. Estudio Geológico a nivel de Geología Local.-

Se deberá realizar el Cartografiado Geológico a nivel de geología local (escala 1/2,000), para lo cual deberá establecer una metodología adecuada para realizar el levantamiento geológico.

- ✓ Se iniciará de acuerdo al avance del diseño vial de planta en estrecha coordinación con la especialidad de trazo y diseño vial.
- ✓ Se desarrollará el Informe y cartografiado geológico local de la carretera.
- ✓ Se desarrollará la clasificación de Materiales a lo largo de todo el trazo, cada 50 m como máximo, según se encuentren tramos homogéneos, calificando y cuantificando

porcentualmente la cantidad de material suelto, roca suelta y roca fija, cuya información deberá sustentar la inclinación de los cortes de talud de las secciones transversales,

- ✓ La información geológica local obtenida deberá ser plasmada en el mapa respectivo y deberá describir las evidencias geológicas en el campo a nivel de la vía.
- ✓ La información descrita servirá de base y deberá estar de acuerdo con lo que se considerara en la información geológica - geotécnica; los mapas o planos elaborados serán presentados a escala adecuada (1:2000), sobre los que se identificarán además de los poblados y quebradas principales, sectores inestables que evidencien movimientos de masas caracterizados por hundimientos, asentamientos, deslizamientos, derrumbes, sectores de corte en roca y demás elementos de utilidad al estudio.
- ✓ Identificación y análisis de los procesos de geodinámica externa que pongan en riesgo la transitabilidad de la vía, definiendo la magnitud, geometría, evaluará las posibles causas, consecuencias e identificando los agentes desestabilizantes para ser considerados en el planeamiento de las medidas de mitigación u obras de solución, a nivel definitivo que deberán formar parte del Estudio total.

#### 1.3.4.4. Geología y Geotecnia de la carretera:

Se iniciará en base a lo establecido en el estudio geológico a nivel de geología local.

- ✓ Se deberá elaborar el informe y realizar el Cartografiado Geotécnico a nivel de Geotecnia Local (escala 1/2,000), para lo cual deberá establecer una metodología adecuada para realizar el levantamiento geológico geotécnico.
- ✓ Se deberán identificar e inventariar todos los sectores de influencia sobre la vía que estén afectados por procesos de geodinámica externa, sectores inestables, bofedales, etc.
- ✓ Complementar los sectores donde se habían identificado y analizado los procesos de geodinámica externa en la fase de evaluación geológica anteriormente definida para que se efectúen las evaluaciones geotécnicas in situ que nos permitan evaluar el problema.
- ✓ La evaluación y solución de los procesos de geodinámica externa deberá ser multidisciplinaria, por lo que deberá contar con la opinión y aprobación de los demás especialistas del CONCESIONARIO, en el caso de soluciones altamente costosas contemplará además, otras alternativas de menor inversión, más ello no exime el diseño de las primeras.
- ✓ En los sectores afectados por procesos de erosión de riberas, de darse el caso, el CONCESIONARIO evaluará estos problemas y establecerá el tratamiento correspondiente en estrecha coordinación con los especialistas en hidráulica y estructuras.
- ✓ La información geológica geotécnica local será plasmada en el mapa respectivo y deberá describir las evidencias geológico - geotécnico en el campo a nivel de la vía, la información descrita deberá ser coherente con la que se considerará en la información geológica al detalle en la geología local, los mapas o planos elaborados serán a escala adecuada (1:2000), sobre los que se identificarán además de los poblados y quebradas principales, sectores inestables que evidencien movimientos de masas caracterizados por hundimientos, asentamientos, deslizamientos, derrumbes y demás elementos de utilidad al estudio.
- ✓ Se desarrollarán los análisis de estabilidad de taludes tanto para suelos mediante el método del equilibrio límite, para



cuyo efecto se deberán efectuar ensayos estándar y especiales (clasificación, límites de Atterberg, contenido de humedad, corte directo, triaxiales, consolidación, etc.) como medios de obtención de los parámetros geotécnicos de los materiales presentes, el análisis deberá integrarse considerando el análisis estático sin proyecto, estático con proyecto, pseudoestático con proyecto y soluciones. De declararse la susceptibilidad o existencia de suelos colapsables y/o expansivos, deberán efectuarse ensayos específicos de caracterización.

- ✓ El empleo del back análisis o retro análisis podrá ser utilizado para completar y/o ajustar los parámetros geotécnicos de las diferentes formaciones deducidos de los ensayos de laboratorio.
- ✓ En casos de ser aconsejable el CONCESIONARIO realizará ensayos in situ de penetración estática o dinámica, con el fin de obtener parámetros resistentes y de deformación de materiales en los que no sea posible la obtención de muestras inalteradas para la elaboración de ensayos de laboratorio. En el caso del SPT, sobre suelo granular grueso (gravas), podrá sustituirse la barra partida por una punta cónica de diámetro equivalente al de la barra y así referenciar los niveles en los registros de sondeo, y considerar las correcciones que correspondan a este tipo de dispositivo (no Peck).
- ✓ En el análisis de estabilidad de las laderas en suelos se tendrá en cuenta las condiciones hidrogeológicas existentes: presencia de agua subterránea o niveles freáticos muy superficiales. En estos casos se efectuará un análisis de sensibilidad de la estabilidad de las laderas frente a variaciones estacionales del nivel freático (mediciones instrumentadas o pozos de observación directa), que, junto a los parámetros geotécnicos definidos para las formaciones geotécnicas constituyentes, permita diseñar la solución alternativa con carácter definitivo.
- ✓ En los sectores donde se proyecten realizar estructuras u obras de arte (muros), se deberán programar un programa de exploración a lo largo de la estructura lineal una cantidad de realizar ensayos especiales de mecánica de suelos mediante exploración en un número representativo que permitan definir la estratigrafía, parámetros de cálculo y de cimentación, sustentados. Si se considera que el suelo donde se cimentara la estructura está conformado por materiales inestables como arcillas expansivas, se deberán realizar ensayos especiales (consolidación, colapso, expansión, etc. en esos sectores).
- ✓ Para el caso de estructuras situadas sobre suelos arenosos, se deberán realizar ensayos y pruebas específicas que permitan realizar un análisis del riesgo potencial de licuefacción de estas formaciones, y su afección a las obras proyectadas (Aplicar el Procedimiento de desagregación para determinar el sismo de diseño).
- ✓ En el caso de encontrar a lo largo del trazado sectores de afloramiento del macizo rocoso, se realizarán en las mismas estaciones geomecánicas para determinar las características de los sistemas de discontinuidades del macizo rocoso: estratificación, fallas, contactos, diaclasas, etc., mediante el análisis cinemático.
- ✓ En los casos donde se considere que se realizarán cortes en laderas conformadas por macizos rocosos, además de las estaciones geomecánicas se deberán realizar ensayos de laboratorio de mecánica de rocas para completar la caracterización geomecánicas de estos materiales, que



permita realizar el análisis de estabilidad de estos cortes mediante métodos y software que correspondan a este tipo de materiales (no software para suelos ni equivalentes) y de ser necesario se diseñarán las medidas de estabilización requeridas.

- ✓ Cuando se consideren que los trabajos de excavación en laderas conformadas por rocas se deban realizar mediante el método de perforación y voladura se deberá calcular el factor de carga con que se debe realizar la excavación, lo cual debe obtenerse mediante las propiedades elásticas de las rocas determinadas con la exploración indirecta realizada en el sector evaluado o realizando el ensayo de propiedades elásticas del macizo rocoso, así mismo presentará las metodologías adecuadas, planteando las recomendaciones e instructivos teórico-técnicos sobre voladura controlada y/o pre corte, la misma que no incida en la inestabilidad del macizo rocoso.
- ✓ En el caso de que los sectores estén conformados por material tipificado como suelo se deberán realizar necesariamente una zonificación geotécnica y las tomas de muestras para realizar ensayos de laboratorio de mecánica de suelos que permitan caracterizar y evaluar su grado de estabilidad, desarrollando los análisis de estabilidad de taludes, mediante secciones geológicas geotécnicas, estableciendo las posibles superficies de rotura.
- ✓ Cuando las excavaciones consideren realizar cortes mayores de 7 metros de altura en suelos, se desarrollarán los análisis de estabilidad de taludes en suelos mediante el método del equilibrio límite, debiéndose obtener las propiedades físicas mecánicas del suelo mediante ensayos de laboratorio que proporcionen los parámetros geotécnicos necesarios para los análisis de estabilidad, para cuyo efecto se deberán efectuar ensayos estándar y especiales (clasificación, límites de Atterberg, contenido de humedad, corte directo, triaxiales, etc.) como medios de obtención de los parámetros geotécnicos de los materiales presentes, el análisis deberá integrarse considerando el análisis estático sin proyecto, estático con proyecto, pseudoestático con proyecto y soluciones, considerando la información obtenida del análisis del Peligro sísmico.
- ✓ Se deberá realizar clasificaciones geotécnicas aplicables a taludes en suelos.
- ✓ De ser necesario se ejecutará el cálculo de la resistencia al cortante de los diversos tipos de suelos encontrados, mediante ensayos especiales y metodologías propias.
- ✓ Se calculará la capacidad de carga última y asentamiento de los suelos de fundación de muros y demás obras de competencia geotécnica, adoptando los métodos de cálculo más acordes a las características del terreno, que se habrán definido en base a las correspondientes investigaciones de campo y laboratorio (verificada la estratigrafía como mínimo 28 por debajo del nivel de cimentación). Igualmente, se realizarán los cálculos de estabilidad de las estructuras (vuelco, deslizamiento, presión de contacto, estabilidad global de la obra proyectada en condiciones estáticas, pseudoestático, etc.); verificación de la capacidad de carga mayorada en el estado límite de resistencia, servicio y evento extremo, según corresponda y se determinará conceptualmente de acuerdo a las coordinaciones entre los especialistas del CONCESIONARIO y la entidad en coordinación con la especialidad de estructuras y obras de arte.



- ✓ Se realizarán las investigaciones geotécnicas, tanto directas como indirectas, acorde al programa de investigaciones geotécnicas presentadas por el CONCESIONARIO la cual previamente deberá contar con la conformidad del especialista en geología y geotecnia de la entidad. Las excavaciones de calicatas y perforaciones diamantinas con recuperación continua de testigos se deberán realizar en los sectores donde se considere exista una inestabilidad de laderas, inestabilidad de la plataforma vial donde se emplazará el eje, en cada apoyo donde se cimentarán puentes, pasos a desnivel y/o intercambios viales proyectados, la ubicación podrá ser redefinida durante la realización del estudio de acuerdo a las prioridades y objetivos principales del estudio.
- ✓ Con los trabajos de investigación directa sea perforaciones o calicatas a cielo abierto se identificará también el nivel freático.
- ✓ En el interior de las perforaciones diamantinas se deberán realizar ensayos In Situ SPT. Se deberán tomar muestras inalteradas con sacamuestra adecuado el tipo de suelo que se está verificando. En caso de encontrar grava podrán cambiar la barra partida por una punta cónica de diámetro equivalente al de la barra, así como indicar la norma y acreditar que las correcciones correspondan a este tipo de dispositivo (no cono Peck). De realizarse el ensayo de Cono Peck, deberá ser independiente al SPT.
- ✓ Se realizarán ensayos "in situ" y tomas de muestras con la frecuencia indicada, y cada vez que se detecte un cambio litológico, para lo que será necesario que la ejecución de los sondeos diamantinos sea supervisada y testificado por un ingeniero geólogo o geólogo a con dedicación completa durante la ejecución de la campaña de sondeos. Las muestras para los ensayos de corte directo y demás ensayos especiales de caracterización geotécnica serán obtenidas entre el nivel de socavación local, nivel de licuación o colapso y final de sondaje. De ser cimentación profunda, por lo menos dos deberán estar por debajo del nivel de apoyo de la punta de los pilotes o pilares (3.0B).
- ✓ En el caso de que en los sondeos diamantinos se detecte la presencia de nivel freático, se deberán realizar ensayos de permeabilidad Lefranc, en el caso de suelos o macizos rocosos muy alterados y/o fracturados, y ensayos Lugeon, si la perforación se realiza en macizos rocosos sanos poco o moderadamente fracturados.
- ✓ Toda la información textual deberá estar debidamente asistida por certificados de ensayos emitidos por laboratorios de prestigio nacional y asimismo la información deberá estar complementada con gráficos, como fotografías, mapas, planos geológicos, geotécnicos y geodinámicos a escalas de acuerdo a las normas vigentes.
- ✓ Cualquier otra consideración no contemplada en los presentes términos de referencia, el proyecto se ceñirá a las normas peruanas vigentes y AASHTO LRFD. De haber alguna contradicción predominarán los criterios establecidos en la AASHTO LRFD.
- ✓ Se deberán definir la cota de cimentación en m.s.n.m. e información mínima necesaria para que realice el diseño de las obras requeridas en la estabilidad de taludes, tratamiento de sectores inestables y cualesquier otro proceso de geodinámica externa (como por ejemplo muros de sostenimiento, de contención, etc.). La cimentación de estructuras en los taludes (sean suelos y/o rocas) merecerá



especial atención y se implementarán los análisis de estabilidad de éstos mediante métodos específicos, pudiendo recurrirse al equilibrio límite.

- ✓ Se presentará la memoria de cálculos de la capacidad portante de los suelos y rocas, así como de los cálculos de estabilidad de la estructura recomendada (empuje activo, verificación al deslizamiento, verificación al vuelco, etc.).
- ✓ Se detallarán las obras de mitigación necesarias en la estabilización de taludes rocosos (pernos, anclajes, shotcrete, mallas, etc.) asimismo se deberá indicar mediante que metodología realizó el análisis de mecánica de roca (fallas planares, en cuña, vuelco, etc.) y el diseño se deberá sustentar mediante la presentación de las hojas de cálculo respectivas; de la misma forma se procederá en los casos realizar trabajos de la estabilización de taludes en suelos (pernos, anclajes, shotcrete, mallas, etc.).
- ✓ El especialista del CONCESIONARIO deberá revisar el diseño final de los DME y canteras recomendando los taludes de cortes y relleno, debiendo ser estables.
- ✓ EL CONCESIONARIO deberá realizar una zonificación geotécnica que determine sectores donde podría obtener muestras representativas de sectores con características similares de las que pueda obtener datos para realizar los cálculos respectivos para el diseño de las obras de ingeniería.

**1.3.4.5. Diseño Geotécnico para la carretera.** - Se iniciará en base a lo establecido tanto en estudio geológico local como en el estudio geotécnico de la carretera.

- ✓ Se efectuarán los diseños de los taludes de corte y relleno en suelos como resultado de los análisis de estabilidad de taludes mediante el método del equilibrio límite, ineludiblemente en base a ensayos de laboratorios estándar y especiales.
- ✓ Se diseñará las obras requeridas en la estabilidad de taludes, tratamiento de puntos críticos y procesos de geodinámica externa; muros de sostenimiento, de contención, etc.; definiendo la cota de cimentación en m.s.n.m.
- ✓ Se efectuarán análisis de estabilidad global con la obra proyectada, tanto en condiciones estáticas como pseudoestáticas, considerando la situación actual y con intervención.
- ✓ Presentará la memoria de cálculos de la capacidad portante de los suelos y de los cálculos de estabilidad de la estructura (vuelco, deslizamiento, presión de contacto, estabilidad global de la obra proyectada en condiciones estáticas, pseudoestáticas, etc.), gráficos y considerando la situación actual y con intervención.
- ✓ La cimentación en taludes merecerá especial análisis de estabilidad de éstos mediante métodos específicos, pudiendo recurrirse al equilibrio límite.
- ✓ Las obras necesarias en la estabilización de taludes rocosos (pernos, anclajes, shotcrete, etc.) se implementarán previo análisis de fallas planares, en cuña, vuelco, etc. y el diseño se sustentará en metodologías específicas.
- ✓ De ser el caso el CONCESIONARIO presentará recomendaciones e instructivos teórico-técnicos sobre voladura controlada y/o pre corte, que no afecte la estabilidad del macizo rocoso.

### 1.3.4.6. Estudio Geológico- Geotécnico con fines de construcción de Puentes, Pasos a Nivel, Intercambios viales:

Se iniciará de acuerdo al avance del diseño vial de planta y de los levantamientos topográficos complementarios de la especialidad de trazo y topografía.

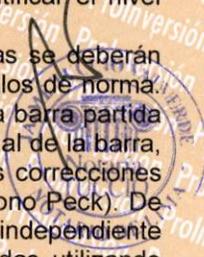
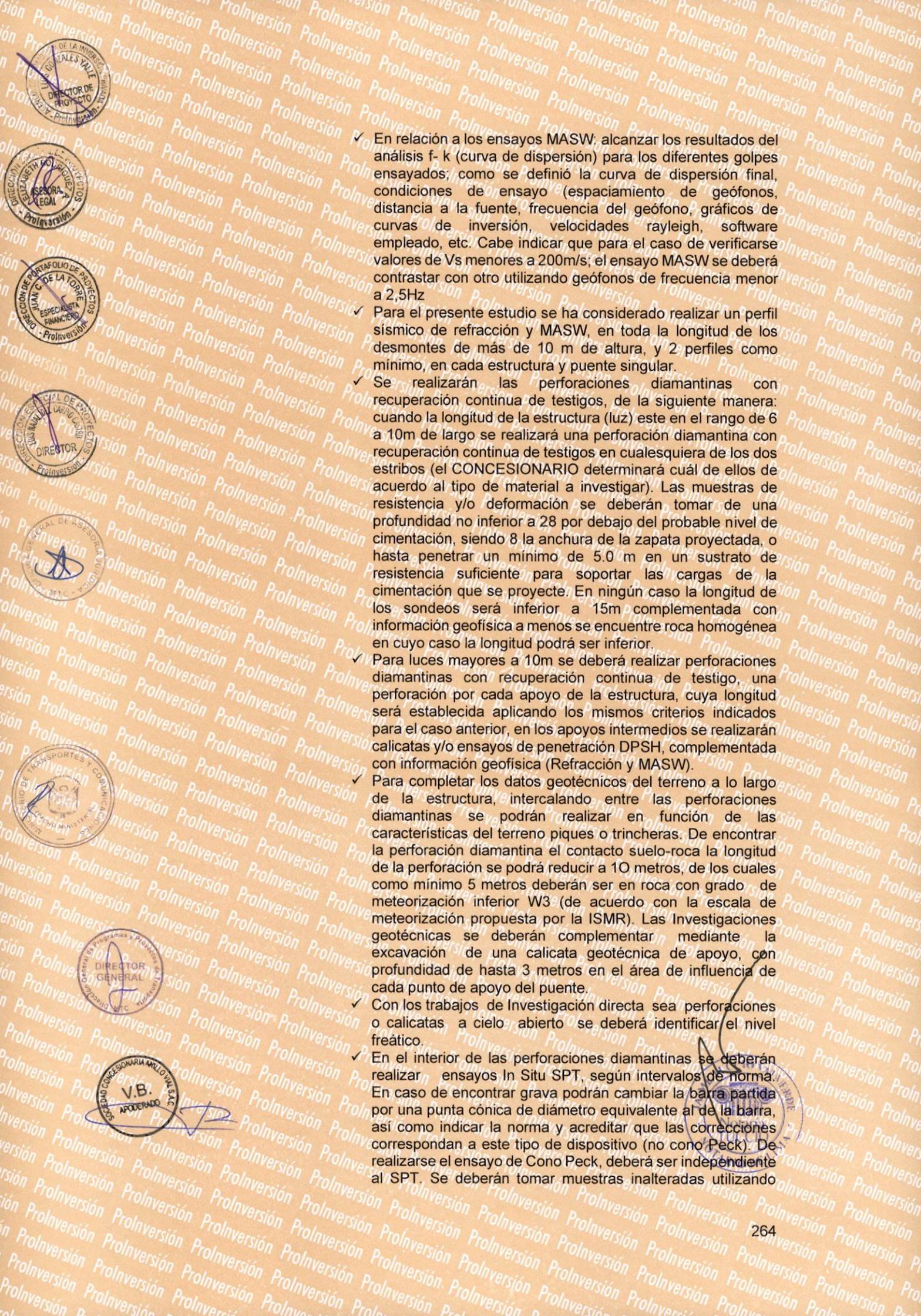
- ✓ Se efectuará la evaluación geológica - geotécnica de los puentes y estructuras de paso existentes, considerando el tipo de material donde se ha emplazado, ancho del puente, ubicación geográfica dentro del aspecto geomorfológico, aspectos antrópicos, presencia de cualquier rajadura de estribos, procesos de socavación, grado de estabilidad, suficiencia y condiciones de cimentación de las estructuras, a fin de recomendar su reemplazo, afianzamiento y/o reforzamiento, según sea el caso; la información geológica local del área de emplazamiento del puente será plasmada en plano a escala 1/500.
- ✓ En el caso de proponerse una nueva estructura, la ejecución de los estudios geológicos y geotécnicos, deberá ejecutarse sobre la base de levantamientos topográficos cubriendo, en el caso de puentes sobre cauces fluviales, 350m, aguas arriba y 300m, aguas abajo del eje propuesto. Así mismo el levantamiento topográfico cubrirá un ancho de 75 m a cada lado del eje del cauce, cubriendo de esta manera un área de 750m de largo por 150m de ancho. Sobre esta base topográfica el CONCESIONARIO plasmará su investigación detallada de los aspectos geológicos y geotécnicos del área de emplazamiento de la estructura y su influencia sobre la ubicación del puente, en concordancia con el trazo definitivo, de tal forma que en el diseño no se deje de lado ningún aspecto referido a la estabilidad de la infraestructura del puente.
- ✓ De acuerdo a un programa de investigaciones Geológicas Geotécnicas se ejecutará la etapa exploratoria mediante calicatas, trincheras, sísmica de refracción y MASW; perforaciones diamantinas en la zona del puente a reemplazar y/o puente nuevo, intercambios, etc.
- ✓ Los trabajos de prospección indirecta se corresponderán a ensayos de refracción sísmica y MASW, como ya se indicara. La ubicación de las líneas sísmicas en el campo serán distribuidos en lugares donde el estudio lo amerite considerando principalmente a los sectores críticos, sectores con bofedales, puentes y cualquier otro sector donde se necesite evaluar y considerar la continuidad estratigráfica del suelo o de la roca hasta los 30 metros de profundidad, asimismo si se ha considerado realizar voladuras como excavación de roca fija y/o canteras se deberá considerar realizar en estos sectores la investigación sísmica con la finalidad de establecer las propiedades elásticas de las rocas, en especial determinar la velocidad de partícula (Zona donde se emplazarán los túneles).

### 1.3.4.7. Investigaciones Geofísicas

- ✓ La metodología para realizar los trabajos de investigaciones geofísicas mediante refracción sísmica y MASW (con 4,5Hz).
- ✓ El procedimiento deberá considerar que con la información obtenida de los ensayos de refracción sísmica realizados en el campo, se determinarán las velocidades longitudinales (vp) lo que permitirá estimar los perfiles sísmicos del subsuelo, asimismo se determinarán las velocidades de ondas de corte (vs), mediante las cuales serán generados los respectivos perfiles unidimensionales y bidimensionales del subsuelo (probable estratigrafía).



- ✓ En relación a los ensayos MASW: alcanzar los resultados del análisis f- k (curva de dispersión) para los diferentes golpes ensayados; como se definió la curva de dispersión final, condiciones de ensayo (espaciamiento de geófonos, distancia a la fuente, frecuencia del geófono, gráficos de curvas de inversión, velocidades rayleigh, software empleado, etc. Cabe indicar que para el caso de verificarse valores de Vs menores a 200m/s; el ensayo MASW se deberá contrastar con otro utilizando geófonos de frecuencia menor a 2,5Hz
- ✓ Para el presente estudio se ha considerado realizar un perfil sísmico de refracción y MASW, en toda la longitud de los desmontes de más de 10 m de altura, y 2 perfiles como mínimo, en cada estructura y puente singular.
- ✓ Se realizarán las perforaciones diamantinas con recuperación continua de testigos, de la siguiente manera: cuando la longitud de la estructura (luz) este en el rango de 6 a 10m de largo se realizará una perforación diamantina con recuperación continua de testigos en cualesquiera de los dos estribos (el CONCESIONARIO determinará cuál de ellos de acuerdo al tipo de material a investigar). Las muestras de resistencia y/o deformación se deberán tomar de una profundidad no inferior a 28 por debajo del probable nivel de cimentación, siendo 8 la anchura de la zapata proyectada, o hasta penetrar un mínimo de 5.0 m en un sustrato de resistencia suficiente para soportar las cargas de la cimentación que se proyecte. En ningún caso la longitud de los sondeos será inferior a 15m complementada con información geofísica a menos se encuentre roca homogénea en cuyo caso la longitud podrá ser inferior.
- ✓ Para luces mayores a 10m se deberá realizar perforaciones diamantinas con recuperación continua de testigo, una perforación por cada apoyo de la estructura, cuya longitud será establecida aplicando los mismos criterios indicados para el caso anterior, en los apoyos intermedios se realizarán calicatas y/o ensayos de penetración DPSH, complementada con información geofísica (Refracción y MASW).
- ✓ Para completar los datos geotécnicos del terreno a lo largo de la estructura, intercalando entre las perforaciones diamantinas se podrán realizar en función de las características del terreno piques o trincheras. De encontrar la perforación diamantina el contacto suelo-roca la longitud de la perforación se podrá reducir a 10 metros, de los cuales como mínimo 5 metros deberán ser en roca con grado de meteorización inferior W3 (de acuerdo con la escala de meteorización propuesta por la ISMR). Las Investigaciones geotécnicas se deberán complementar mediante la excavación de una calicata geotécnica de apoyo, con profundidad de hasta 3 metros en el área de influencia de cada punto de apoyo del puente.
- ✓ Con los trabajos de Investigación directa sea perforaciones o calicatas a cielo abierto se deberá identificar el nivel freático.
- ✓ En el interior de las perforaciones diamantinas se deberán realizar ensayos In Situ SPT, según intervalos de norma. En caso de encontrar grava podrán cambiar la barra partida por una punta cónica de diámetro equivalente al de la barra, así como indicar la norma y acreditar que las correcciones correspondan a este tipo de dispositivo (no cono Peck). De realizarse el ensayo de Cono Peck, deberá ser independiente al SPT. Se deberán tomar muestras inalteradas utilizando



toma muestras adecuado al tipo de suelo encontrado en el sondaje.

- ✓ El diámetro exterior de perforación será 86 mm, o NQ en el caso de usar baterías wire-line, siendo aceptado una recuperación no menor al 95% en suelos cohesivos, al 60% en gravas, y del 90% en roca, caso contrario no será válido. En roca fracturada se perforará con batería doble o triple con el fin de asegurar el porcentaje de recuperación indicado. En suelos granulares la longitud de las maniobras se reducirá y se limitará la adicción de agua para garantizar la recuperación exigida.
- ✓ Estas perforaciones servirán para:
  - ✓ determinar la estratigrafía de detalle
  - ✓ hallar los valores N del SPT en los suelos de composición granular
  - ✓ permitir la toma de muestras inalteradas en los suelos de composición cohesiva, y de testigos parafinados del macizo rocoso.
- ✓ La frecuencia de toma de muestras se ajustará para disponer como mínimo de una muestra de cada nivel litológico constitutivo del terreno, o como mínimo una muestra cada 2-3 m de perforación, prestando especial atención a obtener muestras a la profundidad donde se va a cimentar la estructura dentro de un rango de 28. Las muestras servirán para la ejecución de ensayos especiales de laboratorio, consistentes en:
  - ✓ Granulometría y límites de Atterberg
  - ✓ resistencia unidimensional no confinada en arcillas
  - ✓ corte directo en suelos arenosos o remoldeado en gravas.
  - ✓ triaxial CU (consolidado y no drenado) para la resistencia no drenada de las arcillas consolidación unidimensional en arcillas
  - ✓ expansión libre y/o controlada en arcillas
  - ✓ peso unitario efectivo de cada estrato
  - ✓ Se establecerá el valor de la carga última, pero el valor de la capacidad de carga admisible de los suelos de fundación será determinado en coordinación con la especialidad de estructuras y obras de arte y verificar la capacidad de carga mayorada en el estado límite de resistencia, servicio y evento extremo, según corresponda.
  - ✓ Se debe considerar y verificar en coordinación con el especialista de hidrología e hidráulica las condiciones de máxima socavación o de máxima licuefacción o colapso, comparadas con la metodología propuesta por el AASHTO-LRFD.
  - ✓ Los cálculos de capacidad de carga deben contemplar la influencia del nivel freático, por tanto es obligación del CONCESIONARIO verificar la cota de éste, e incluir en el estudio esta información, se deberá presentar la metodología empleada, parámetros (cohesión, fricción, presión de poros, peso unitario, etc.) sustentados mediante ensayos debidamente certificados, hojas y/o memorias de cálculo, se analizará la estabilidad de la obra en lo referido a asentamientos y licuación de suelos.
  - ✓ De ser propuesto un sistema de cimentación mediante pilotes hincados y/o excavados, al no existir Normas Nacionales, para establecer la capacidad de carga axial admisible, se seguirá la metodología establecida en las Normas AASHTO (para pilotes excavados), o alternativamente la metodología de Reese & O'Neill, considerando que el cálculo de Reese & O'Neill se basa en el asentamiento permisible. De aplicarse otra metodología, también se realizarán los análisis

correspondientes de asentamientos en coordinación con el Especialista de la entidad. Verificar el requerimiento de cargas horizontales para su consideración en el empotramiento y/o capacidad del pilote.

✓ Los cálculos de resistencia por fricción lateral, no deben considerar el material por encima del nivel de socavación total, ni los estratos susceptibles a licuefacción, así como los de baja resistencia.

✓ El Factor de Reducción por Grupo se efectuará según las recomendaciones de Normas AASHTO y cualquier variación será objetivamente sustentada, más en ningún caso será mayor a 0.75.

✓ La cimentación en taludes procederá si el especialista en Hidráulica determina la nula socavación de la zona de apoyo; y se realicen Análisis de Estabilidad de Taludes tanto en suelos como en rocas; y para los cálculos de capacidad de carga se emplearán metodologías propias de cimentación en taludes, considerando la resistencia al corte de los materiales.

✓ Los ensayos de laboratorio que se deben desarrollar necesariamente son:

- Ensayos de suelos estándar: granulometría, límites de consistencia, humedad, peso unitario, etc.

- Efectuar ensayos especiales, triaxiales, corte directo, consolidación etc.,

- Análisis químico a los suelos y aguas del subsuelo, que permitan identificar la presencia de cloruros, sulfatos y otros agresivos al acero y al concreto.

✓ EL CONCESIONARIO realizará la identificación, evaluación e interpretación de los procesos de geodinámica externa en el área de influencia o riesgo sobre el proyecto (para la extensión local, un radio de 500m,) con las correspondientes recomendaciones de control, debidamente dimensionadas o diseñadas en concordancia con los niveles de socavación calculados del estudio hidrológico.

✓ Presentará el plano topográfico de planta con la ubicación exacta de las perforaciones en cada apoyo, deberán estar referenciadas mediante progresivas finales de proyecto así como ubicadas a una distancia respecto al eje de la estructura, no mayor a 5,0m e indicada su orientación espacial.

✓ En el plano geológico geotécnico deberá ubicar los procesos geodinámicos, con la ubicación y emplazamiento de las unidades correspondientes, ubicando las unidades activas, a partir del plano base.

✓ Los registros de perforación y/o excavación, deberán contener datos estratigráficos, nivel freático, y SPT, concordantes y coherentes con la interpretación geológica.

✓ Deberá presentar el plano perfil sección estratigráfico de detalle, longitudinal al eje del puente, con toda la información referida a la cimentación como: cota de desplante, capacidad de carga, cotas de socavación, licuación de suelos, colapso, fondo de cauce, contactos litológicos y geotécnicos, nivel freático etc.

✓ Presentará los resultados de los ensayos de laboratorio (certificados), los cuales deben ser emitidos por un laboratorio reconocido y cumplir con los requerimientos establecidos en las Normas Técnicas Peruanas, así como lo indicado en el capítulo de suelos.

✓ Hoja o memoria de cálculos de los análisis, capacidad portante de los materiales de fundación y corridas de

evaluación de estabilidad de taludes (que incluyan la data de entrada y salida, sustentada)

- ✓ En el caso de hallarse macizos rocosos, la detención y/o suspensión de las perforaciones, sólo procederá siempre que la evaluación geológica-geotécnica in-situ, respecto a las características litológicas (análisis petrográfico), estructurales (estaciones geomecánicas) en las zonas de apoyo, resistencia a la compresión uniaxial (de muestra(s) inalterada(s) extraída(s) del probable nivel de cimentación), resistencia al corte de las discontinuidades, RQD, clasificación Geomecánica, y distribución espacial de fisuras, diaclasas y fallas, ratifique la calidad del macizo rocoso como material de cimentación (mínimo: 5m por debajo del nivel de cimentación), desarrollándose el análisis de cimentación en roca, empleando al menos dos metodologías, considerando entre otros las condiciones geotécnicas del macizo y concordante con las condiciones características de dinámica fluvial.
- ✓ La profundidad de cimentación estará referido a cotas absolutas (m.s.n.m.), y deberá estar por debajo del nivel de socavación total y bajo esta condición crítica, la cimentación tendrá una profundidad confinada no menor a la asumida en los cálculos de capacidad portante.
- ✓ Las fuerzas sísmicas de diseño obedecerán a los parámetros obtenidos del estudio de Peligro sísmico.
- ✓ EL CONCESIONARIO presentara la memoria descriptiva de la especialidad, en donde se resumirá todas las obras de competencia geotécnica recomendados en el estudio (puentes, muros rígidos y flexibles, sectores inestables y soluciones, sectores con análisis de estabilidad de taludes, clasificación de materiales, investigaciones realizadas, túneles, etc.) indicando su ubicación con progresivas, dimensionamiento, cotas absolutas y demás detalles que el CONCESIONARIO crea conveniente.

#### 1.3.4.8. Estudio Geológico- Geotécnico con fines de construcción de Túneles Viales

##### Estudio Geológico Geotécnico de los Portales y Accesos

- ✓ El estudio iniciará de acuerdo al avance del diseño vial de planta y de los levantamientos topográficos complementarios de la especialidad de trazo y topografía, la ubicación de los portales tanto de entrada como de salida serán definidos por el especialista de geología y geotecnia, en estrecha coordinación con la especialidad de trazo y topografía.
- ✓ Para efectos del estudio se deberá considerar denominar a la zona de entrada y salida del túnel como portal de entrada y portal de salida.
- ✓ Para realizar el estudio de los portales del túnel se deberá dividir en dos partes: el estudio de los taludes en ambos portales y el estudio de los accesos a los portales.
- ✓ En el caso de los portales, el CONCESIONARIO realizará una evaluación geológica geotécnica de detalle, identificando y delimitando en planta las formaciones litológicas existentes, así como los afloramientos rocosos que se atravesará en la excavación de los portales del túnel. Se elaborará un plano geológico-geotécnico de detalle de los portales a escala 1:500.
- ✓ - Para investigar el espesor de los depósitos cuaternarios existentes en la zona de los portales, se deberá realizar calcatas, perfiles sísmicos de refracción, u otro tipo que permita una adecuada caracterización del macizo y se

ejecutará como mínimo una perforación diamantina por portal, de preferencia horizontal en una longitud no menor a 25m. De no ser horizontal deberá atravesar la cota de la rasante del túnel menos 5 metros. En las perforaciones se deberán tomar muestras inalteradas y testigos parafinados, sobre las que se realizarán ensayos de laboratorio para la caracterización geotécnicas de los materiales.

- ✓ En el caso de que solamente se encuentre afloramiento rocoso en los portales a excavar, el CONCESIONARIO deberá realizar un levantamiento geomecánico de detalle de los mismos en la zona donde se emplazará el portal, definiendo las familias principales de discontinuidades (con empleo de la proyección estereográfica) y calificando la roca mediante el sistema de clasificación RMR. (Beniawsky) Posteriormente el CONCESIONARIO deberá obtener muestras inalteradas de la zona de los portales mediante una perforación diamantina. En el caso que por las condiciones orográficas del terreno no pudiera obtener del sondaje muestras adecuadas para ensayar, se tallará un bloque de roca in situ (aproximadamente de forma cúbica) de 0.40 x 0.40 x 0.40 metros de lado.
- ✓ Con los testigos de roca se deberá realizar ensayos de resistencia a la compresión simple, peso unitario, absorción, porosidad, constantes elásticas y triaxiales en roca y así obtener todas las propiedades físicas, mecánicas y elásticas de la roca.
- ✓ Sobre la base de las propiedades físicas, mecánicas y elásticas de los suelos o rocas obtenidas en las investigaciones de campo el CONCESIONARIO deberá realizar un análisis de estabilidad de taludes en suelo y/o roca por lo menos en 03 secciones longitudinales al eje del Túnel, calcular el factor de seguridad estática y pseudoestática. Posteriormente el CONCESIONARIO deberá recomendar el tipo de sostenimiento que debe tener los taludes y obras de mitigación necesarias.
- ✓ Los Análisis de la estabilidad de taludes (suelo y/o Roca) deberán ser mediante la utilización de un Software Geotécnico especializado considerando los diversos tipos de fallas que ocurren en los suelos y en las rocas. Hay que considerar el uso de fallas circulares solamente para suelos y evaluar el uso de fallas planares para rocas con el concerniente análisis de fallamiento por volteos o vuelcos, cuñas, etc. La utilización de los softwares especializados no limita el uso de uno solo, se puede utilizar a la misma vez dos o tres tipos de softwares.
- ✓ En el caso de los accesos, se realizará un estudio al detalle de los accesos desde la variante de la vía principal hasta los portales, evaluando la estabilidad de los taludes mediante la utilización de software especializado, se debe realizar las secciones transversales considerando el factor geológico geotécnico y se deberá realizar seccionamiento cada 10 metros, la evaluación de las discontinuidades debe ser al detalle y el cartografiado de las discontinuidades tiene que considerar todas las propiedades de las mismas.
- ✓ Se deberá considerar los mismos criterios de análisis de estabilidad de taludes utilizados en la evaluación geotécnica de los portales, se deberán utilizar las propiedades de las rocas con los mismos resultados de las muestras obtenidas en el estudio de los portales de ser el caso.
- ✓ En el caso de los accesos hacia las chimeneas de ventilación proyectadas, se deberá evaluar el acceso hacia estos sectores considerando la accesibilidad para el mantenimiento

aspecto que será coordinado con la especialidad de trazo y topografía.

### Estudio Geológico - Geotécnico del Túnel

EL CONCESIONARIO realizará una evaluación del túnel o túneles proyectados o existentes en la vía, considerando para ello realizar el estudio del macizo rocoso donde se emplaza el túnel o emplazará el túnel nuevo proyectado (considerando un ancho mínimo de 100 metros a ambos lados del eje del túnel), para lo cual se deberá realizar un cartografiado geológico geotécnico local del trazo aprobado en esta misma fase de estudio, y estaciones geomecánicas, los cuales deberá identificar los diferentes tipos de rocas, rumbo, buzamiento de todas las discontinuidades (estratos, fallas, diaclasas, juntas, contactos, etc.), estos rasgos estructurales deberán ser registrados utilizando para ello formatos donde se detallen sus características físicas, químicas y mecánicas considerando la utilización de un Martillo de Schmidt para rocas.

- ✓ El levantamiento geológico geotécnico local servirá para realizar un levantamiento estadístico de los diferentes sistemas de discontinuidades que le permita a el CONCESIONARIO realizar una clasificación geomecánica por tramos, esta clasificación deberá ser utilizando por lo menos 02 sistemas de clasificaciones empíricas que deberán ser: La Clasificación de Z. Bieniawski (1989, Sistema CSIR- Consejo de África del Sur para la Investigación Científica e Industrial) y la Clasificación de Barton, Lien y Lunde del Sistema N.G.I. (Instituto de Geotecnia de Noruega). Con la utilización de estas clasificaciones se deberá evaluar todos los factores que tienen influencia en la estabilidad de la excavación del túnel, si el CONCESIONARIO considera que debe utilizar otra clasificación geomecánica diferente a las indicadas le será considerada solamente durante el desarrollo del estudio que es cuando tendrá un conocimiento directo del macizo rocoso, por ningún motivo el CONCESIONARIO deberá realizar el estudio sin la utilización de 02 clasificaciones geomecánicas. Los datos obtenidos deberán ser evaluados por el método de las proyecciones estereográficas utilizando el software respectivo y servirán para realizar la clasificación geotécnica.
- ✓ La longitud total de sondajes no deberá ser menor a 50% de la longitud del túnel proyectado y ser distribuidas a lo largo del eje tomando en cuenta el cambio de dominio geológico estructural. En las perforaciones diamantinas se tomarán muestras inalteradas (en suelos) y testigos de roca sobre los que se deberán realizar ensayos de laboratorio estándar y especial y obtener las propiedades índices de la roca. Además, en el caso de excavar el túnel en formaciones geológicas en los que los planos de discontinuidad tengan una especial relevancia en el comportamiento geomecánico del macizo rocoso (formaciones con estratificación o esquistosidad dominante), se analizará la conveniencia de realizar ensayos de corte directo sobre planos preexistentes para la determinación de la cohesión y ángulo de fricción interna de estos planos, los cuales deberán ser necesariamente la familia principal de las discontinuidades cartografiadas en el eje del túnel.
- ✓ También, deberá realizar ensayos de permeabilidad en roca del tipo Lugeon durante la ejecución de las perforaciones diamantinas.

- ✓ De acuerdo a como se estime conveniente se deben realizar las coordinaciones con los especialistas de trazo y diseño vial para evaluar el actual eje del túnel o de los túneles existentes y así poder mejorar, ampliar o cambiar este eje.

#### **Diseño Geotécnico de Túneles Viales**

De acuerdo a los resultados, análisis e interpretación de los estudios geológico geotécnicos realizados el CONCESIONARIO elaborará los diseños de la excavación del túnel y así mismo de los trabajos conexos, para la elaboración de los diseños se debe utilizar un software especializado para el cálculo donde indique los esfuerzos que ocurrirán dentro de la excavación, el factor de seguridad y las medidas de sostenimiento a utilizar como aspecto constructivo.

- ✓ EL CONCESIONARIO debe realizar como trabajo final un modelamiento geológico geotécnico con la utilización de un programa de modelamiento.
- ✓ El diseño geológico geotécnico solicitado para realizar el estudio debe contener lo siguiente:

- El método de excavación del túnel (perforación y voladura convencional y/o NATM) incluyendo el proceso constructivo a realizar y los tiempos estimados a utilizar.

De acuerdo al método el CONCESIONARIO debe recomendar el tipo de máquina o máquinas perforadoras a utilizar considerando el mejor rendimiento de las mismas.

- El diseño de la perforación y voladura, indicando la malla de perforación de acuerdo a los diferentes tipos de rocas clasificadas deberá establecer la línea a y línea b de excavación máxima permitida.

El factor de carga y el factor de potencia de los diferentes disparos a realizarse y por tipo de roca clasificado.

- La longitud de avance por disparo según el tipo de roca clasificada.

El tipo de sostenimiento para cada tipo de roca clasificada, debe considerar que la colocación de pernos de anclaje, la colocación del hormigón lanzado (shotcrete- necesariamente debe ser por vía húmeda), la colocación de marcos metálicos y la colocación de concreto armado sean analizados con software especializado. Serán aceptadas las recomendaciones del tipo de sostenimiento utilizando las clasificaciones geomecánicas y/o geotécnicas empíricas, siempre que sean verificadas mediante cálculos analíticos.

- Se deberá definir el sistema de ventilación e iluminación para el túnel proyectado.
- Deberá considerar la ubicación de la instrumentación y monitoreo (definir programa)

#### **1.3.4.9. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS Y ENSAYOS IN SITU**

- ✓ Las Investigaciones Geotécnicas para el presente estudio se deberán realizar en dos fases, como primera fase las Investigaciones Geotécnicas con método indirectos mediante Investigaciones Geofísicas y como segunda fase las Investigaciones Geotécnicas con método Directo mediante Excavación de Calicatas y Perforaciones Diamantinas con recuperación continua de testigos en suelos y en rocas.
- ✓ Los trabajos de investigaciones geotécnicas de campo deberán ser supervisados por el especialista en geología y

geotecnia de EL CONCESIONARIO durante todo el tiempo que dure las investigaciones en el campo, en condiciones mínimas deberá estar presente el ingeniero asistente de la especialidad considerado en su propuesta técnica del CONCESIONARIO, en caso de no haber ninguno de los dos profesionales en el campo los trabajos no serán considerados como realizados.

#### 1.3.4.9.1 INVESTIGACIONES CON MÉTODOS INDIRECTOS:

Los trabajos a realizar deberán ser mediante investigaciones geofísicas por el método sísmico y en especial mediante refracción sísmica y MASW, la ubicación de la líneas sísmicas en el campo serán distribuidos en lugares donde el estudio lo amerite considerando principalmente a los sectores críticos, sectores con bofedales, puentes y cualquier otro sector donde se necesite evaluar y considerar la continuidad estratigráfica del suelo o de la roca hasta los 30 metros de profundidad, asimismo si se ha considerado realizar voladuras como excavación de roca fija y/o canteras se deberá considerar realizar en estos sectores la investigación sísmica con la finalidad de establecer las propiedades elásticas de las rocas, en especial determinar la velocidad de partícula.

#### Investigaciones Geofísicas

La metodología para realizar los trabajos de investigaciones geofísicas mediante refracción sísmica y MASW (con 4,5Hz). El procedimiento deberá considerar que con la información obtenida de los ensayos de refracción sísmica realizados en el campo, se determinarán las velocidades longitudinales (vp) lo que permitirá estimar los perfiles sísmicos del subsuelo, asimismo se determinarán las velocidades de ondas de corte (vs), mediante las cuales serán generados los respectivos perfiles unidimensionales y bidimensionales del subsuelo (probable estratigrafía).

En relación a los ensayos MASW: alcanzar los resultados del análisis f- k (curva de dispersión) para los diferentes golpes ensayados; como se definió la curva de dispersión final, condiciones de ensayo (espaciamiento de geófonos, distancia a la fuente, frecuencia del geófono, gráficos de curvas de inversión, velocidades rayleigh, software empleado, etc. Cabe indicar que para el caso de verificarse valores de Vs menores a 200m/s, el ensayo MASW se deberá contrastar con otro utilizando geófonos de frecuencia menor a 2,5Hz

#### Metrados de las investigaciones geofísicas

Para el presente estudio se ha considerado realizar un perfil sísmico de refracción y MASW, en toda la longitud de los desmontes de más de 10m de altura, y 2 perfiles como mínimo, en cada estructura y puente singular.

#### 1.3.4.9.2 INVESTIGACIONES CON MÉTODOS DIRECTOS:

Esta actividad, podrá ser desarrollada mediante la excavación de calicatas y/o trincheras y perforaciones diamantinas.

#### 1.3.4.9.2.1 Excavación de Calicatas y/o Trincheras

Se deberán realizar trabajos de excavación de calicatas y/o trincheras de acuerdo a la ubicación y tipo de terreno a investigar, la excavación deberá ser mediante un programa de investigaciones que el CONCESIONARIO deberá presentar

antes de efectuar los trabajos, estos trabajos deberán cumplir con los siguientes objetivos (más no limitativos):

- Investigar el subsuelo con una profundidad no menor de 3 metros.
- Obtener las muestras alteradas o inalteradas de ser el caso.
- Establecer el perfil estratigráfico del sector evaluado integrando las demás excavaciones.
- Definir el posible nivel freático de la zona si fuese el caso.

La ubicación en el campo donde se realizarán las excavaciones deberá ser principalmente (no es limitante) en los tramos del trazado en desmonte y relleno, en los puentes, sectores inestables, sectores donde se colocarán las estructuras tipo muros, en el lugar donde se construirá la unidad de peaje fijos, asimismo se ubicarán sectores donde exista niveles freáticos altos, bofedales o cualquier otro sector donde se considere se estaría generando una inestabilidad en función al clima.

#### **Cuantificación de Calicatas, tomas de muestra y ensayos Laboratorio**

Se deberán realizar calicatas en los puentes y zonas con evidencia de inestabilidad del material sea suelo ó roca que este comprendido en la zona correspondiente al eje, asimismo el CONCESIONARIO deberá hacer una zonificación geotécnica que determine sectores donde podría obtener muestras representativas de sectores con características similares de las que pueda obtener datos para realizar los cálculos respectivos para el diseño de las obras de ingeniería. Para la clasificación de la explanada natural y para la caracterización de los materiales excavados en los desmontes, se ejecutarán en estos una calicata cada aproximadamente 250m de trazado. En estas calicatas se tomarán muestras alteradas de los niveles litológicos diferenciados, sobre los que se llevarán a cabo la siguiente batería de ensayos de laboratorio (no es limitante):

#### **En Suelos**

- Ensayos de identificación: granulometría y límites de Atterberg
- Ensayos de estado: densidad seca y humedad natural
- Corte Directo sobre muestras remoldeada
- Ensayos de compactación: Proctor Modificado e índice CBR
- Ensayos químicos: contenido en sales solubles, sulfatos, yeso, y materia orgánica
- Ensayo de colapso

#### **1.3.4.9.2.2 Perforaciones Diamantinas**

- ✓ Las Investigaciones Geológicas Geotécnicas directas para investigar la zona de Estudio que deban realizarse mediante Perforaciones Diamantinas con recuperación continua de testigos
- ✓ El Método de recuperación de testigos deberá ser con tubo simple o doble (para roca) y tubo simple (para suelos)
- ✓ Se deberán tomar fotografías a las muestras obtenidas para lo cual se deberá fotografiar estas dentro de las cajas porta testigos obtenidas en cada pozo de perforación. Las Cajas de muestras deberán ser rotuladas en la contratapa, en la parte frontal y en la parte lateral.
- ✓ Las perforaciones diamantinas en suelos deberán ser complementadas con ensayos In Situ como ensayos de SPT, según intervalos de norma. En caso de encontrar

grava podrán cambiar la barra partida por una punta cónica de diámetro equivalente al de la barra, así como indicar la norma y acreditar que las correcciones correspondan a este tipo de dispositivo (no cono Peck). De realizarse el ensayo de Cono Peck, deberá ser independiente al SPT.

✓ El diámetro mínimo de perforación exterior será 86 mm, y NQ si se utiliza batería wire-line, siendo aceptado una recuperación de 95% en suelos cohesivos, y 60% en suelos gravas, y 90% en roca. En roca fracturada se perforará con batería doble o triple con el fin de asegurar el porcentaje de recuperación indicado. En suelos granulares la longitud de las maniobras se reducirá, y se limitará la adicción de agua para garantizar la recuperación exigida.

✓ Estas perforaciones servirán para:

- determinar la estratigrafía de detalle
- hallar los valores N del SPT en los suelos de composición granular
- permitir la toma de muestras inalteradas en los suelos de composición cohesiva, y de testigos parafinados del macizo rocoso.
- Las muestras inalteradas y alteradas servirán para la ejecución de Ensayos Especiales de laboratorio, consistentes en:

#### En Suelos

- Corte Directo en suelos arcillosos, o remoldeado en gravas.
- Triaxial Cú para la resistencia no drenada de las arcillas
- Consolidación Unidimensional en arcillas
- Expansión libre y/o controlada en arcillas
- Peso Unitario efectivo de cada estrato

#### En rocas

- Ensayo de propiedades Elásticas de las Rocas (Módulo Elástico y Relación de Poisson)
- Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple
- Ensayo de Peso Unitario, Absorción y Porosidad de la Roca
- Ensayo de Corte inducido sobre planos preexistentes (Cohesión y Ángulo de Fricción Interna)
- Ensayos Triaxiales
- Ensayos de tracción brasileña

✓ Todos los trabajos de perforaciones diamantinas deberán seguir un procedimiento técnico que permita una buena recuperación de testigos. Por ningún motivo se aceptará muestras con recuperación menores del 95% del tramo perforado (corrida), es la responsabilidad del CONCESIONARIO realizar un buen control de los trabajos de perforación para conseguir que se recupere mínimo el 95 % de la muestra en rocas. En los casos en que el tramo perforado se encuentre fracturado a muy fracturado o en todo caso estar presentes en una zona de falla donde el material rocoso a perforar es poco consistente, entonces se deberá ajustar la longitud de las maniobras para asegurar una correcta recuperación.

✓ Por ningún motivo se aceptaran perforaciones donde el operador haya realizado corridas largas y recuperaciones regulares a malas sin haber realizado estas recomendaciones.



- ✓ Los trabajos de investigación "in situ" deberán ser coordinados y supervisados por un Ingeniero Geólogo o Geólogo, con acreditada experiencia en este tipo de trabajos.
- ✓ Si se comprobase en el campo que el operador está realizando una mala maniobra para realizar los trabajos de perforaciones diamantinas con recuperación continua de muestras de roca como podría ser aumentar la presión hidráulica y velocidad de perforación generando un rompimiento de la muestra de roca que es evidenciado en las diversas fracturas que se generan en el testigo, entonces se suspenderán los trabajos de perforación, bajo responsabilidad del CONCESIONARIO por realizar trabajos de mala calidad técnica.
- ✓ Se deberá llevar estos controles mediante la elaboración de registros geológicos geotécnicos por cada perforación diamantina en el cual se graficará: profundidad de perforación, toma de muestras, niveles de agua, simbología de la muestra, descripción de la litología, % de recuperación de muestra, y si se perforan rocas, % del RQD, propiedades de las discontinuidades, ensayos realizados. Además se deberá realizar un registro de control de la perforación donde indique todos los procedimientos utilizados durante la maniobra de obtención de las muestras.

Ensayos in situ y Toma de Muestras

Quando los suelos perforados tengan suficiente cohesión, se tomarán muestras inalteradas con tomamuestras de pared doble partida, o de pared delgada tipo Shelby. Cuando la resistencia del terreno impida la hincada de los tomamuestras (suelos de elevada consistencia y rocas) se deberán tomar testigos parafinados de suelos o de roca, directamente de las perforaciones realizadas en el diámetro mínimo de NQ (Aprox. 47.6 mm), si se han perforado con batería wire-line, y 76 mm si se utilizan baterías convencionales.

En las muestra inalteradas o testigos parafinados se debe señalar la dirección de la perforación así como el número de muestra y su profundidad, deberán ser de por lo menos 20 cm de largo. Después de obtenida la muestra se deberá reemplazar con un taco de madera el espacio vacío que ha dejado la muestra y a su vez indicar que número de muestra corresponde. En cada una de las muestras obtenidas mediante tubos muestreadores deberán ser bien acondicionadas e impermeabilizadas para su traslado al laboratorio respectivo.

- En cada sondaje: se realizarán ensayos de esfuerzo insitu en cada sondaje, en por lo menos tres niveles de longitud de sondaje proyectado, a 1/3, 1/2 y 2/3, preferentemente overcoring. Ensayos de permeabilidad según corresponda al tipo de material (10 como mínimo en cada sondaje) y a partir de 1/3 de la longitud de sondaje programado y distribuidos regularmente hasta la culminación del sondaje.

Se harán ensayos de permeabilidad en macizos rocosos sanos, a partir de 2/3 de la longitud de perforación, con un intervalo de un ensayo cada 5m. de perforación.



hasta la finalización del sondeo

Con toda esta información se deberá ser capaz de estimar como parte del estudio Geológico Geotécnico para el túnel el Estado Tensional y Riesgo Geológico según corresponda, de Squeezing, Rockburst y/o Spalling, efectuar los análisis de deformación mediante software adecuados, tal que se tomen y diseñen las medidas técnicas de sostenimiento y Programa de monitoreo.

### 1.3.5. ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRÁULICA

#### 1.3.5.1 Hidrología e Hidráulica de la Autopista Urbana

Para el desarrollo del Estudio de Hidrología e Hidráulica, se realizarán las siguientes actividades:

- a. Revisión de información técnica disponible, tanto en el MTC como en otras instituciones públicas y privadas relacionadas al presente proyecto vial. Tomar en cuenta las conclusiones y recomendaciones del estudio anterior ejecutado a nivel de pre inversión.
- b. Seleccionar y obtener de las instituciones autorizadas, las series históricas de información hidrológica y/o hidro-meteorológicas necesarias (descargas y/o precipitaciones, etc.) de las estaciones ubicadas en el ámbito del proyecto, con períodos de registros suficientes (mínimo 40 años) para el desarrollo del presente estudio. Asimismo, obtener la información cartográfica necesaria.
- c. Elaborar un informe detallado de reconocimiento de campo, en donde se describirán las condiciones topográficas, climáticas, hidrológicas, estado actual del eje de la Autopista, obras de drenaje existentes, requerimiento de estructuras de drenaje y comportamiento hidrodinámico de los ríos y quebradas que inciden en la estabilidad de la plataforma vial. Todo ello referido al trazo definitivo de la vía replanteada.
- d. El informe de reconocimiento de campo estará acompañado de vistas fotográficas; se indicarán las progresivas y magnitud de todos los sectores inestables que inciden en la estabilidad de la vía como: deslizamientos, derrumbes, flujos de huaycos (quebrada Huaycoloro, etc.), erosión de riberas, zonas inundables, zonas de taludes afectadas por filtraciones de agua, erosión pluvial (cárcavas), cruce de quebradas importantes, posibles variantes, etc. y se plantearán las soluciones de ingeniería más adecuadas, desde el punto de vista hidráulico-drenaje y del estudio integral.
- e. Efectuar el estudio de cuencas y/o microcuencas hidrográficas que interceptan el eje replanteado. Determinarán los parámetros físicos de las cuencas (área, longitud del curso principal, pendiente, cobertura vegetal, etc.) Presentarán el plano de cuencas en impresión CAD a una escala conveniente (1/25,000 o mayor), identificando el nombre de las quebradas, la progresiva de ubicación y las obras de drenaje existentes.
- f. Presentar el inventario y la evaluación hidráulica de obras de drenaje y riego existente a lo largo del trazo definitivo (Canal Surco, etc.), señalar su ubicación (progresivas), tipo, material, dimensiones hidráulicas (luz, altura), describir el estado hidráulico actual de cada una de ellas y establecer los tratamientos necesarios, considerando su conservación, rehabilitación o reemplazo según corresponda. Las estructuras de drenaje existentes, deberán contar con una ficha técnica de evaluación y vistas fotográficas.
- g. Presentar el Estudio Hidrológico de la zona de emplazamiento de la vía, con los análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, obtención de curvas de intensidad - duración - frecuencia, hidrogramas y estimación de caudales de diseño por modelación hidrológica computarizada (HEC- HMS u otros), para las diferentes estructuras de drenaje a proyectarse. Los resultados serán

sustentados con la presentación de las respectivas hojas de cálculos o salidas del programa. El estudio no debe limitarse a obtener únicamente caudales líquidos, sino también a considerar las descargas sólidas y los aportes de sedimentos de los cursos de agua (quebradas y ríos) que transportan flujos de escombros y huaycos.

h. Presentar el Estudio Hidráulico de las obras de drenaje proyectadas, con la presentación del cálculo hidráulico de alcantarillas, badenes, sumideros, bordillos, zanjas de drenaje, cunetas, subdrenes y demás obras de drenaje proyectadas, incluye las secciones hidráulicas, la capacidad de conducción, velocidad de flujo, pendiente, tirante máximo, etc. Los resultados serán sustentados con la presentación de las respectivas hojas de cálculos o salidas de los programas utilizados.

i. A fin de definir las características granulométricas, determinación de niveles freáticos, % de humedad, grado de saturación, del suelo por debajo de la subrasante proyectada, se efectuarán las excavaciones, muestreos, ensayos y evaluaciones necesarias que permitan definir los sectores que requieran obras de subdrenaje y el diseño hidráulico de los elementos que lo componen.

j. En los casos en donde se produzcan problemas de geodinámica externa de origen hídrico como, erosiones de ribera, y otros que afecten la estabilidad de la estructura vial, deberán diseñarse las obras de protección más convenientes, como muros, enrocados, etc., determinando sus características geométricas e hidráulicas (ubicación, longitud, altura, nivel de desplante, etc.) de la estructura seleccionada. Para el caso de enrocados, hacer el análisis de estabilidad en función del diámetro de las rocas y la capacidad de arrastre de los flujos; asimismo, se deberá determinar el espesor del enrocado, gradación, calidad de roca, abrasión y diseño de filtros de protección para evitar el lavado de finos del material de apoyo y/o de fundación.

k. Se presentará la relación de obras de drenaje requeridas tanto longitudinal como transversal (alcantarillas, cunetas, bordillos, aliviaderos y otros); así como obras de sub drenaje y de control de erosión o de socavación.

l. EL CONCESIONARIO debe efectuar los estudios definitivos de control de erosión de riberas debido a la acción hidrodinámica de los ríos y quebradas; para ello deberán definir los niveles de inundación, socavación, etc., mediante modelos computarizados adecuados como el HEC- RAS o similar; a fin de garantizar el funcionamiento de la vía proyectada. En lo posible las soluciones no deben reducir la sección hidráulica o alterar en forma desfavorable las condiciones de flujo, evaluándose alternativas de variantes de trazo, de ser necesario.

m. Presentar a detalle las obras de drenaje proyectadas tanto longitudinal como transversal (alcantarillas, badenes, cunetas, zanjas de drenaje, sumideros, bordillos, aliviaderos y otros); así como las obras de sub drenaje y de control de erosión.

### 1.3.5.2 Criterios Técnicos de Diseño

a. Las obras de drenaje deberán ser diseñadas de acuerdo a la magnitud y tipo de estructura requerida, teniendo en cuenta el comportamiento de las obras de drenaje existentes y concordantes con las normas y manuales vigentes en el MTC.

b. Las descargas de diseño serán concordantes con el riesgo y vida útil estimada de la obra correspondiente. Asimismo, considerar criterios de mantenimiento y conservación vial, entre otros.

c. De proyectarse sistemas de colectores para el drenaje de aguas pluviales, dichas obras deberán diseñarse consistentemente, garantizando su operatividad y permanencia durante la vida útil de la obra. Los sumideros respectivos.

deberán tener las capacidades hidráulicas pertinentes, según resultados de los análisis hidrológicos correspondientes.

### 1.3.5.3 Hidrología e Hidráulica para Puentes, Viaductos, Paso Superior, Paso Inferior

Los estudios de hidrología e hidráulica de Puentes, Viaductos, Paso Superior, Paso Inferior deberán tener como referencia a los alcances mínimos establecidos tanto en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje como en el Manual de Diseño de Puentes del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, determinándose entre otros, lo siguiente:

- a. La proyección de puentes será evaluada en forma integral, sobre la base de las condiciones actuales de la estructura existente, su comportamiento hidrológico-hidráulico durante los últimos eventos hidrológicos extremos.
- b. EL CONCESIONARIO deberá determinar el caudal de diseño a partir de las series históricas de las datos hidrológicos (descargas máximas diarias y/o generación de las mismas a partir de la precipitación máximas diarias) con un mínimo 40 años de registro histórico de estaciones ubicadas en la cuenca hidrográfica del Río Rimac u otro; debiendo considerar la magnitud de eventos extremos tipo El Fenómeno "El Niño".
- c. Describir y evaluar las características hidrodinámicas del tramo fluvial en la zona de emplazamiento del puente: morfología fluvial (niveles máximo y ordinario de aguas, variabilidad de las secciones transversales, planicies de inundación, pendientes, rugosidades de los cauces, etc.), regímenes de flujo, procesos de colmatación y/o socavación, erosiones laterales del cauce, entre otros.
- d. Determinación de las dimensiones hidráulica del puente (luz, altura, gálibo) mediante modelamiento hidráulicos (HEC - RAS u otro); asimismo se presentarán las secciones hidráulicas y vistas del modelamiento en tres dimensiones considerando la estructura proyectada.
- e. La luz del puente deberá ser tal que no ocasione estrechamientos (reducción) de la sección hidráulica del río, con el objeto de evitar la formación de curvas de remanso y acumulación de sedimentos aguas arriba; y resalto hidráulico inmediatamente aguas abajo del puente, cuya formación de vórtices pueden comprometer seriamente la estabilidad de los apoyos.
- f. La altura libre del puente (gálibo), deberá permitir el pase de material sólido flotante y estará de acuerdo a lo establecido en las Normas de Diseño vigentes a la fecha.
- g. A fin de definir las características granulométricas del cauce, se efectuarán las excavaciones, muestreos, ensayos y evaluaciones necesarias que permitan determinar los diámetros representativos del cauce con fines de estimar la profundidad de socavación potencial total en la zona de los apoyos del puente. La ubicación de calicatas con fines de estudio de socavación, serán verificados por el Especialista en Hidrología e Hidráulica del CONCESIONARIO, las cuales serán debidamente reportadas en el estudio de socavación, mostrando en una ficha técnica, la identificación (con vista fotográfica), y resultados de la evaluación de campo y gabinete.
- h. La profundidad de socavación potencial total deberá ser calculada, con la mayor precisión posible, con el objeto de definir la cota de desplante de los apoyos de las estructuras hidráulicas correspondientes. Los parámetros hidrodinámicos estarán debidamente sustentados.
- i. En cauces torrenciales con arrastre de materiales sólidos y palizadas, los apoyos intermedios (pilas) no deberán proyectarse en el ámbito del lecho fluvial. Por su parte los estribos deberán proyectarse fuera del cauce torrencial y orientado paralelamente

con el flujo de la corriente, para minimizar las socavaciones localizadas.

- j. En caso de los puentes existentes se realizará la verificación hidráulica de cada uno de ellos, con la determinación de los parámetros de diseños hidrológicos e hidráulicos a través de los modelos de HEC- HMS y HEC- RAS respectivamente.
- k. En los casos donde se produzcan erosiones de riberas que podrían afectar la estabilidad de la estructura, deberán diseñarse las obras de protección adecuadas, como muros de contención, enrocados, gaviones, etc., estableciéndose debidamente: las longitudes, alturas, niveles de desplantes, entre otros, de la estructura seleccionada.
  - l. Respecto al diseño de enrocados, se deberá hacer los análisis de estabilidad en función del diámetro de las rocas y la capacidad de arrastre de los flujos y luego establecer los diámetros, gradación y calidad de las rocas, asimismo se diseñarán los filtros de protección para evitar el lavado de finos de los materiales de fundación.
  - m. Las características hidráulicas y geométricas del puente, así como las obras de encauzamiento y protección deberán ser diseñadas y detalladas debidamente en los planos respectivos de planta, perfil, secciones y cortes.
  - n. En las obras tipo Viaductos, Paso Superior, Paso Inferior, deberán diseñarse elementos de drenaje de tal forma que durante una eventual precipitación, no se produzcan inundaciones y/o acumulación de agua que afecten la transitabilidad sobre la vía.

### 1.3.5.4 Hidrología e Hidráulica de Túneles

#### 1.3.5.4.1 Hidrología Superficial.

Para el área de influencia del túnel, el estudio de hidrología superficial debe contener como mínimo la siguiente información:

- Revisión de estudios existentes, referidos al presente proyecto. Tener en cuenta las conclusiones y recomendaciones. Asimismo deberán presentar los registros históricos de las estaciones meteorológicas analizadas (precipitación y/o caudal)
- Inventario detallado de todas las fuentes hídricas superficiales que se encuentren en el área de influencia del componente y la posible conectividad con el túnel, incluyendo zonas de recarga y descarga, las cuales deben ser presentadas en mapas a escala 1:25,000 o más detallada.
- Determinación de los caudales de diseño (escorrentía superficial), de los cursos naturales de agua dentro del área de influencia del túnel, mediante modelamiento hidrológico computarizado (HEC - HMS o similar) y/o modelos hidrológicos adecuados. Los resultados serán sustentados con la presentación de las respectivas hojas de cálculos o salidas del programa.
- Identificación de la dinámica fluvial de las fuentes de agua que pueden ser afectadas por la ejecución del túnel, así como las posibles alteraciones a su régimen natural.

#### 1.3.5.4.2 Hidrología Subterránea

Los estudios de hidráulica subterránea, se efectuará sobre la información o resultados de las investigaciones geotécnicas (hidrogeología) e hidrología superficial, contemplados en el presente Término de Referencia, con la finalidad de estimar o determinar los posibles caudales máximos de diseño y establecer la solución técnica al manejo adecuado de los flujos hídricos dentro del túnel, debiendo presentar como mínimo lo

siguiente: 1

- Análisis de la información existente: hidrogeológica, hidrológica, geofísica - geotecnia (informes de prospección geofísica incluyendo la georreferenciación de los sondeos eléctricos verticales (SEV) u otros métodos geofísicos que se haya realizado en el área, perfiles geo eléctricos y correlación de la unidades litológica), geoquímica y cartografía existente del área, identificando en todos los casos la fuente de información, con el propósito de:
  - Definir o descartar la existencia de acuíferos existente en la zona de emplazamiento de los túneles (determinar tipos de acuíferos, zonas de recarga, condiciones de frontera, etc.).
  - Caracterizar las condiciones de aguas subterráneas a lo largo de eje de los túneles; niveles estáticos, niveles piezométricos, gradientes hidráulicos, calidad del agua, sistemas de redes de flujo, etc. y
  - Determinar el caudal de filtración o infiltración dentro de los túneles y las zonas comprometidas en forma localizadas, tomando en cuenta la porosidad, permeabilidad, niveles freáticos, capacidad de almacenamiento, fracturamiento en rocas, entre otros.
- Determinar la permeabilidad de la roca mediante ensayos tipo Lugeón.
- En el diseño de sistemas de sub drenaje mediante el uso de telas sintéticas (geotextiles), el comportamiento de estos materiales deberán compatibilizarse adecuadamente, teniendo en cuenta el tamaño de abertura aparente y la correspondiente granulometría del material natural a drenar.
- De ser necesarias, Obras de drenaje dentro del túnel, se diseñarán los sistemas de drenaje:
  - Definir el sistema de drenaje más adecuado de los túneles evaluando la conveniencia de diferentes sistemas de drenaje para túneles; para ello definirán las estructuras de captación, conducción y evacuación de los flujos de aguas (filtraciones), durante la construcción y operatividad de la vía. Así mismo, se debe analizar las alternativas de sistemas de impermeabilización de los hastiales y las bóvedas de los túneles, según las cargas hidrostáticas; o sistemas mixtos con ambas alternativas (túneles drenados y túnel no drenado o impermeabilizados).
  - De optarse por un sistema de drenaje longitudinal, se deberán diseñar las estructuras hidráulicas necesarias para la evacuación de los flujos hasta el exterior de los túneles; de ser necesario se proyectaran galerías de drenaje, con sistemas de canalización, sumideros, etc.
  - Las obras de drenaje serán diseñadas en compatibilidad con el aporte hídrico subterráneo (caudal de filtración) a lo largo de los túneles; debiendo establecer la ubicación (progresivas), dimensiones hidráulicas (luz, altura), tipos de revestimientos, pendientes, puntos de descargas, etc.
  - Las características geométricas de las cunetas laterales, tanto en los accesos de los túneles, como a lo largo de la vía proyectada, deberán diseñarse según criterios hidráulicos, de seguridad vial y DG-2018. Por otro lado, en las entregas a terreno natural se dotarán de aliviaderos con el objeto de proteger los taludes superior e inferior a la salida de los túneles.

- Presentar en vista de planta, perfil, secciones y corte todo el sistema de drenaje proyectada.

### 1.3.6. ESTUDIO DE SUELOS, CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y PAVIMENTOS

#### 1.3.6.1. Estudio de Suelos:

Los trabajos a efectuarse tanto en campo, laboratorio y gabinete, están orientados a desarrollar las actividades que permitan evaluar y establecer las características físicas-mecánicas de los suelos de fundación bajo el nivel de subrasante de todo el tramo en estudio, sobre la cual se proyectará el pavimento es decir, el CONCESIONARIO debe desarrollar el estudio a lo largo de la franja del trazo proyectado (incluyendo variantes y zonas de ampliación de plataforma); en base a la Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" del MTC, Para ello, el CONCESIONARIO establecerá el Perfil Estratigráfico de la carretera y diferenciará los sectores donde las diferencias entre la futura rasante y el terreno (cota roja), es superior a 6 m.

En los sectores donde la diferencia de cota roja y futura rasante es inferior o igual a 6 m se planificará y ejecutará una campaña de calicatas, de acuerdo a lo establecido en el Manual de Carreteras, Sección Suelos, y Pavimentos del Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".

La ejecución de las calicatas se realizará siguiendo los siguientes criterios.

a. EL CONCESIONARIO establecerá la ubicación de calicatas complementarias:

- i) Entre calicatas contiguas en lugares donde existe diferencias significativas en las características físicas de los suelos.
- ii) Para determinar la presencia o no de suelos orgánicos o expansivos, en cuyo caso las calicatas deben ser más profundas de tal forma de determinar la profundidad de dicho (s) estrato (s), estableciendo, ubicación, longitud y profundidad de dicho sector.
- iii) Por mejoras y/o variantes en el eje vial del proyecto.

b. En caso de encontrar suelos finos plásticos potencialmente expansivos, el CONCESIONARIO efectuará los ensayos requeridos para calcular la actividad "A" de una arcilla (constantes físicas y ensayo de sedimentación), y establecer la presencia de suelos expansivos, definiendo, ubicación, longitud y profundidad de dicho sector.

c. La profundidad de estudio de todas las prospecciones será como mínimo de 1.50 m debajo de la línea de subrasante proyectada.

d. EL CONCESIONARIO debe tomar en consideración el ancho de la calzada a nivel de la subrasante del proyecto, en base al cual deberá ubicar las prospecciones a fin de que el estudio cuente con la suficiente información del suelo de fundación del pavimento y a la profundidad mínima establecida.

e. EL CONCESIONARIO por cada calicata efectuada presentará un Registro de Excavación, donde: i) Indicará la progresiva del Proyecto que corresponde. ii) Indicará los espesores y descripción (tipo, de material, color, humedad, compacidad, etc.), en concordancia con la norma ASTM D-2488-09a de cada uno de los estratos encontrados y iii) Presentará vistas fotográficas de cada una de las calicatas, donde se aprecie: los estratos encontrados y la profundidad de cada excavación.

f. Las calicatas deben ser protegidas, para su evaluación y estar debidamente referidas al sistema de poligonal del eje de la vía para su ubicación. Por seguridad vial las calicatas serán, debidamente rellenadas y compactadas una vez que haya sido concluido la evaluación.



- n. Dentro de la memoria descriptiva del estudio de suelos, el CONCESIONARIO desarrollará, de ser el caso, el Capítulo de Estabilización de Suelos, en concordancia al Capítulo IX de la Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", en el cual se analizarán y aplicarán criterios vigentes de estabilización de suelos, y en base a ellos definirá o descartará la necesidad de los mismos, precisando para cada sector la extensión (longitud, ancho y profundidad) respectiva. Donde corresponda, se incluirá como parte del análisis, el caso de estabilizaciones en zonas de ampliación de la vía para lo cual se tendrá en cuenta también el tipo de material en los cortes. Complementariamente, efectuará ensayos con el Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC) en las calicatas de cada sector de estabilización, de acuerdo a la norma de ensayo ASTM D6951-09. Finalmente, el CONCESIONARIO debe seleccionar entre varias alternativas de estabilización de suelos, la mejor luego de un análisis Técnico- Económico.
- o. Para determinar las características de los suelos con fines de pavimentación en las zonas de Túnel, el CONCESIONARIO tomará la información técnica del Estudio Geológico Geotécnico del Túnel, de ser el caso.

#### **1.3.6.2. Estudio de Canteras y Fuentes de Agua:**

Los trabajos a efectuarse tanto en campo, laboratorio y gabinete, están orientados a desarrollar las actividades que permitan evaluar y establecer las características físico-mecánicas de los agregados procedentes de las canteras, para determinar su calidad y usos en los diferentes requerimientos de obra; además deberá tener en cuenta lo establecido en el Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos en la Sección Suelos y Pavimentos; debiendo el CONCESIONARIO asegurar en calidad y cantidad, el abastecimiento de materiales para la obra, ejecutando como mínimo entre otras las siguientes labores:

- a. El CONCESIONARIO localizará bancos de materiales que serán estudiados y analizados para determinar su empleo en las distintas capas estructurales del pavimento (subbase granular, base granular, carpeta asfáltica, concreto hidráulico, tratamiento superficial, etc.); así como también agregados pétreos para su empleo en concreto de cemento portland (para estructuras, obras de arte y drenaje), terraplenes, mejoramientos de la subrasante, rellenos, entre otros de ser el caso.
- b. El CONCESIONARIO, con el fin de determinar los estratos a explotar, utilización, rendimientos y volúmenes utilizables de las canteras, realizará exploraciones **minimo tres (03) prospecciones por cada hectárea de aprovechamiento; si la cantera tiene menos de una hectárea, se realizará mínimo 5 calicatas**, por medio de perforaciones, sondeos, calicatas y/o trincheras; a profundidades no menores de la profundidad máxima de explotación considerada. Las prospecciones serán ubicadas de tal forma que cubran toda el área de explotación recomendada. La ubicación de las calicatas deberá ser detallada en el plano de levantamiento topográfico de la cantera.
- c. El CONCESIONARIO presentará un Registro de Excavación para cada una de las prospecciones que realice en la totalidad de canteras estudiadas, en donde:
  - i. Ubicará la prospección con coordenadas UTM del Elipsoide WGS 84.
  - ii. Detallará las características de los agregados, forma, tamaño, humedad, color, espesor del estrato, etc. en concordancia con la norma ASTM D-2488-09a.

iii. Presentará las correspondientes vistas fotográficas de cada calicata realizada y de la cantera analizada (diferentes perspectivas donde se aprecie los estratos a explotar, la magnitud y características de la cantera).

d. Los ensayos de laboratorio para determinar las características físico, químicas y mecánicas de los materiales de cantera, se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (versión vigente); de presentarse ensayos no contemplados en este Manual, se podrá utilizar alternativamente normas ASTM, AASHTO, NTP, etc.; los que serán básicamente los siguientes:

**Ensayos Estándar:**

- Análisis Granulométrico
- Humedad Natural
- Límites de Atterberg (Material que pasa la Malla N° 40)
- Límite Líquido
- Límite Plástico
- Índice de Plasticidad
- Clasificación de Suelos por los Métodos SUCS y AASHTO

**Ensayos Especiales:**

- Material que el pasa el tamiz N° 200
- Proctor Modificado
- California Bearing Ratio (CBR)
- Módulo Resiliente
- Partículas Chatas y Alargadas (relación es de 1/3, 1/5; espesor/longitud)
- Partículas con una y dos Caras de Fractura
- Partículas Friables
- Peso Específico y Absorción (Agregado grueso y fino)
- Equivalente de Arena
- Abrasión Los Ángeles
- Durabilidad (Agregado Grueso y Fino)
- Adherencia entre el Agregado y Bitumen
- Angularidad del Agregado Fino
- Azul de Metileno
- Sales Solubles Totales
- Contenido de Sulfatos
- Contenido de Cloruros
- Impurezas Orgánicas
- Pesos Volumétricos Suelto y Compactado del agregado grueso y fino
- Y demás que señale el Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" del MTC vigente de acuerdo al uso propuesto.

e. Las muestras representativas de los materiales de cada cantera serán sometidas a la totalidad de ensayos exigidos por el Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" del MTC vigente, de acuerdo al uso propuesto; siendo lo mínimo:

- ✓ Ensayos Estándar: un juego de ensayos por cada prospección ejecutada en la cantera. El número de prospecciones se determina de acuerdo al área de explotación de la cantera.
- ✓ Ensayos Especiales: cinco juegos de ensayos por cada cantera. Los lugares de muestreo para estos ensayos serán los más representativos de la cantera.

De tal forma cubrir toda el área y volumen de explotación, a fin de determinar y establecer sus características físico-mecánicas y sustentar el cumplimiento de Especificaciones Técnicas. Los ensayos de laboratorio se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carretera del MTC (versión vigente). De presentarse ensayos no contemplados en este Manual, se podrá

utilizar alternativamente normas NTP, ASTM, AASHTO.

- f. Si para el cumplimiento de las mencionadas y correspondientes Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de carreteras del MTC (versión vigente) es necesario someter al agregado a un tratamiento (lavado, venteo, mezclas, etc.); la Concesionaria deberá realizar como mínimo cinco juegos de ensayos de materiales señalados en el ítem anterior; efectuados con los agregados después de sometidos a dichos tratamientos, a fin de corroborar y verificar si con dichos tratamientos se logra el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de carreteras del MTC (versión vigente).
- g. Por cada cantera y tipo de aplicación (base, sub base y/o relleno) se tendrá que realizar el Ensayo de Módulo Resiliente de acuerdo a la Norma de ensayo AASHTO T 307-99 (o su actualización). Las muestras deberán ser procesadas de acuerdo a los tratamientos propuestos para su uso por el CONCESIONARIO con la finalidad de sustentar la capacidad estructural de las canteras a emplearse en la estructuración del pavimento
- h. La cantidad de muestras extraídas de las canteras deberán ser tal que permita efectuar los ensayos exigidos; así como también los ensayos de verificación para rectificar y/o ratificar resultados poco frecuentes, cuando lo solicite la Entidad.
- i. En el caso de proponer rocas y/o afloramientos rocosos como cantera, los ensayos de calidad contemplarán además:
- La descripción Petrográfica Macroscópica de la roca.
  - Definir las características del afloramiento (volumen, fracturamiento, dimensionamiento de bloques, etc.).
  - Toma de muestras en tamaño adecuado para realizar ensayos de Corte Directo en Rocas (c,  $\phi$ ) y ensayos para determinar las constantes elásticas de la roca; para determinar los parámetros de factor de carga a emplear en el proceso de voladura.
  - Recomendación de la metodología de proceso de explotación (método de voladura, chancado, etc.).
- j. Se seleccionarán únicamente las canteras más cercanas a la Obra, y que generen menores costos, que demuestren que la calidad y cantidad de material existente son adecuadas y suficientes para el proyecto vial y que las características físicas, químicas y mecánicas de los agregados cumplen con la totalidad de las correspondientes Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del MTC vigente de acuerdo al uso propuesto.
- k. El CONCESIONARIO evaluará los requerimientos de los accesos a las canteras y fuentes de agua, considerando las necesidades de construirlos, mejorarlos o mantenerlos, etc.; señalará también si los accesos se encuentran en propiedad de terceros.
- l. El CONCESIONARIO además de los certificados de ensayos debe presentar por cada cantera un cuadro resumen en donde consigne la totalidad de los resultados de los ensayos efectuados (con la debida identificación: cantera, calicata, muestra, nombre del ensayo, resultados, etc.).
- m. El CONCESIONARIO con la información definida en la Especialidad de Trazo, Diseño Vial y Seguridad Vial (planos en planta y secciones transversales cada 10 m) de la totalidad de canteras propuestas, calculará los volúmenes: neto, utilizable y desechable; ubicará las prospecciones en los planos debidamente referenciadas; y definirá el periodo y oportunidad de utilización, calculando el rendimiento para cada uso. También, debe establecer el procedimiento de explotación para cada uso.
- n. La Memoria Descriptiva debe establecer información correspondiente a:
- a. Ubicación del banco de materiales, accesibilidad al mismo, estado de los accesos, tipo de fuente de materiales, descripción de los agregados, análisis de resultados, usos,

- rendimientos, tratamiento, tipo y periodo de explotación, propietario, disponibilidad de la misma, volumen bruto y neto, volumen de material utilizable y desechable, y demás información que considere pertinente el CONCESIONARIO. Así como también los correspondientes paneles fotográficos de cada una de las canteras.
- o. El Concesionario presentará un Diagrama de Cantera y Fuentes de Agua, en el cual detallará en forma concreta y resumida los resultados de las investigaciones de campo y memoria descriptiva (entre otros aspectos: ubicación de las canteras y puntos de agua, longitud y estado (transitabilidad) de los accesos, características de los agregados, resultados de ensayos de laboratorio, usos, volumen (bruto, neto, utilizable y desechable), tratamiento y rendimiento para cada uso propuesto).
  - p. De igual manera se deberá determinar la ubicación de las Fuentes de Agua, efectuar su análisis químico y determinar su calidad para ser usada en la obra (concreto hidráulicos ó concreto de cemento portland, capas granulares y otros) de acuerdo a las Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción de Carreteras del MTC vigente.
  - q. En el caso que la Concesionaria proponga material procesado y comercializado por empresas particulares, siempre deberá sustentar la calidad del agregado de acuerdo al uso propuesto; con la correspondiente certificación de ensayos (vigentes/actuales: antigüedad no mayor a los seis (06) meses de su presentación) según se detalla en los ítem anteriores y Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del MTC vigente.

#### **1.3.6.3. Diseño de Pavimento:**

- a. El CONCESIONARIO estudiará y analizará la estructuración del pavimento en función de la capacidad de soporte de la subrasante, del tráfico previsto, de las condiciones ambientales del área (clima, altitud, precipitaciones, etc.), de los materiales naturales disponibles en la zona, de las alternativas de mantenimiento vial, etc.
- b. El CONCESIONARIO en la estructura del pavimento, de ser el caso, debe analizar la posibilidad de cuantificar y considerar el aporte estructural de la capa granular superficial existente, de acuerdo a las conclusiones del diseño geométrico de la carretera (eje del Proyecto) y la del estudio de suelos.
- c. El CONCESIONARIO debe analizar el comportamiento de los suelos y el estudio de tráfico para determinar la sectorización del tramo, determinando para ello los diseños del pavimento para cada sector.
- d. En cuanto a los aspectos técnicos relacionados con los procedimientos de diseño estructural del pavimento, el CONCESIONARIO previa determinación de parámetros elásticos por un método racional o analítico, desarrollará para pavimento flexible la metodología AASHTO versión 1993 y complementariamente: ASPHALT INSTITUTE edición 1991 y para pavimento rígido la metodología AASHTO versión 1993 y complementariamente PCA; o alguna otra que se encuentre contemplada en la normatividad vigente del MTC. El CONCESIONARIO de acuerdo a un análisis técnico económico determinará la superficie de rodadura del pavimento para el proyecto, salvo para el caso de los túneles que deberá ser Pavimento Rígido.
- e. Además de los parámetros requeridos por los métodos antes mencionados, el diseño deberá considerar los siguientes aspectos: Datos del Clima, Altitud, Precipitaciones y Temperaturas, y de igual manera se evaluarán los registros históricos según SENAMHI y otros, obteniendo finalmente los

datos, y/o parámetros representativos para los fines de diseño. Los datos de altitud, precipitaciones y temperaturas, necesarios para el diseño del pavimento, y determinación del "Performance Grade" - PG de la zona de estudio para la definición del tipo de ligante asfáltico deben sustentarse con registros históricos de SENAMHI y/u otros (último 10 años como mínimo)

- f. En la memoria del estudio, expondrá la memoria de cálculo del diseño del pavimento con los sustentos de todos los parámetros utilizados, siguiendo las propias instrucciones/directrices de la Guía de Diseño empleada, así como también presentará los algoritmos y ecuaciones empleadas en la versión digital editable para su evaluación.
- g. El diseño del Pavimento Flexible será efectuado para un periodo de análisis de 30 años ejecutado en dos etapas, la primera para un periodo de 20 años y la segunda para el periodo siguiente de 10 años y el Pavimento Rígido será efectuado para un periodo de análisis de 30 años ejecutado en una sola etapa. Luego del correspondiente análisis técnico económico establecerá la alternativa a ejecutar.
- h. Para pavimento, el Nivel de Confiabilidad será de 95% y el Índice de Serviciabilidad Final será igual a 3
- i. En la zona de túnel, el CONCESIONARIO considerará pavimento rígido y diseñará con la metodología AASHTO versión 1993, para 30 años en una sola etapa.
- j. El CONCESIONARIO mediante la aplicación del Programa HMD IV versión 2.08 o la vigente en su momento, deberá detallar las políticas de mantenimiento rutinario y periódico, del pavimento de acuerdo a los niveles de servicio exigidos intervenciones (periodos y actividades: mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico) a efectuarse a lo largo del periodo de diseño del proyecto tanto para el pavimento flexible como para el pavimento rígido. La información requerida por el programa HMD IV (en su última versión) debe ser suministrada a través de la plataforma SGA siguiendo los interfaces específicos para cada tipo de dato disponibles.
- k. El CONCESIONARIO con el conocimiento de las canteras propuestas y de las características físico-mecánicas de los agregados, realizará un pre-diseño de mezcla asfáltica así como también definirá el tipo de asfalto a utilizar de acuerdo a las características de tráfico, altitud, temperatura y precipitación de la zona. Sobre la mezcla asfáltica prediseñada, debe efectuar ensayos de susceptibilidad a la humedad incluida TSR (AASHTO T283) y prueba de Hamburgo Wheel Track (AASHTO T324).
- l. El CONCESIONARIO con el conocimiento de las canteras propuestas y de las características físico-mecánicas de los agregados, realizará un pre-diseño de la mezcla de concreto hidráulico del pavimento rígido con su correspondiente sustento de resistencia obtenida y empleada en el diseño.

#### **1.3.6.4. Estudios para rehabilitación del pavimento**

En aquellos sectores que se contemple la rehabilitación del pavimento existente, el CONCESIONARIO realizará la evaluación detallada de la condición funcional y estructural del pavimento, con el objetivo de sustentar y establecer las alternativas de rehabilitación y/o mejoramiento.

#### **1.3.6.5. Evaluación de la Condición Funcional del Pavimento**

La Evaluación de la Condición Funcional del Pavimento comprende la



Evaluación de Fallas, la Evaluación de la rugosidad y de la textura del pavimento (macrotextura y microtextura).

El CONCESIONARIO evaluará las fallas o deterioros del pavimento, mediante la ejecución del relevamiento de fallas, que debe servir para calificar la condición superficial del pavimento con la determinación del valor del Pavement Condition Index (PCI), utilizando el método del mismo nombre (aplicación de la Norma ASTM D 6433 - 99, Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys).

Deberá efectuarse el relevamiento en el 100% de la superficie del pavimento y las bermas; la tecnología a utilizar para el relevamiento de fallas y el procesamiento de los resultados de las mediciones se ejecutará a través de mediciones directas del relevamiento de fallas (método tradicional). La evaluación permitirá sectorizar por tipos de intervención en la superficie del pavimento, considerando la evaluación estructural del pavimento.

El CONCESIONARIO deberá elaborar un cuadro detallado de la evaluación y la determinación de los PCI según la sectorización propuesta, según los formatos recomendados en la norma correspondiente.

Los resultados de esta evaluación deben permitir establecer el estado del avance del deterioro del pavimento, y en una primera instancia su estado y el nivel de intervención que requiere el pavimento a la fecha de su evaluación.

El CONCESIONARIO evaluará la condición funcional del pavimento existente mediante mediciones de su regularidad superficial (rugosidad), utilizando equipos y métodos de medición que sean compatibles con los métodos de medición Clase 1 o Clase 2 establecidos en el World Bank Technical Paper N° 45 (1986), o con los establecidos en la norma ASTM E 950 Para su empleo en el proyecto, los equipos previamente deberán contar con su respectivo sustento técnico (calibración y homologación, certificación vigente).

En el caso de emplearse perfilómetros inerciales, se adjuntará el certificado de calibración vigente del equipo.

En cualquier caso, las medidas de campo se efectuarán en forma continua cada 100m., a lo largo de toda la vía y en cada carril, lo que permitirá calcular un valor del IRI (promedio y característico).

Todos los datos nativos registrados por el perfilómetro inercial (archivo fuentes/nativo), serán parte de la información a entregar como sustento de los parámetros de diseño establecidos. Así como también el procesamiento de los datos, los algoritmos y ecuaciones empleadas en versión digital editable para su evaluación.

El objetivo último de la evaluación de la condición funcional del pavimento será determinar el valor del Present Serviceability Index (PSI) del pavimento a partir de los valores de rugosidad medidos, y la utilización de la teoría y algoritmos producto del Experimento Internacional para Rugosidad de Caminos, cuyos resultados fueron publicados en el World Bank Technical Paper N° 45 (1986), lo cual permitirá establecer el estado del avance del deterioro del pavimento a través del parámetro de Serviciabilidad, y establecer en una segunda instancia el tipo de tratamiento que debe ejecutarse

La evaluación de la macrotextura (norma MTC E 1005) y microtextura (norma MTC E 1004) de la superficie de la vía, se ejecutará cada 100 m alternados en cada sentido (la medición se efectuará en cada uno de los carriles y a lo largo de todo el tramo) y en zonas puntuales donde se observe deficiencias en la textura superficial.



### 1.3.6.6. Evaluación de la Condición Estructural del Pavimento

El CONCESIONARIO evaluará la condición estructural del pavimento mediante métodos que utilizan equipos o instrumentos cuyas mediciones de curvas de deflexión o deformada del pavimento permiten efectuar modelaciones y cálculos de parámetros elásticos a través de teorías mecanísticas, tales como los que emplean el Deflectómetro de impacto "Falling Weight Deflectometer" (Dynatest FWD, Kuab FWD u otros). Para ello, adjuntará el certificado de calibración y/o homologación vigente del equipo, emitida por una institución especializada en el mantenimiento y/o fabricación de dicho tipo de equipos.

En cualquier caso, la frecuencia de las mediciones de curvas de deflexión no podrá ser superior a 50 m alternados en cada sentido (La medición se efectuará en cada uno de los carriles y a lo largo de todo el tramo). Para determinar el cuenco de deflexión del punto de prueba, como mínimo debe medirse siete deflexiones, siendo obligatorias la deflexión máxima y las deflexiones a 8 y 12 pulgadas desde el punto de aplicación de carga. Con esta información deben obtenerse las deflexiones máximas corregidas por carga y temperatura, los módulos de elasticidad de las subrasante (Eo) y del pavimento (E\*), valores que debe correlacionarlo con el módulo resiliente in situ determinado a partir de las condiciones de campo existente y la ecuación constitutiva establecida en el correspondiente ensayo de módulo resiliente, etc., parámetros que utilizará posteriormente en los diseños.

Dentro de la evaluación estructural del pavimento por medio de deflexiones deben establecerse para su análisis y evaluación parámetros del cuenco de deflexión, tales como Radio de curvatura, A (Área), SCI (Surface Curvature Index), BCI (Base Curvature Index), BDI (Base Damage Index), etc.

Todos los datos nativos registrados por el deflectómetro de impacto (archivo fuentes/nativos) serán parte de la información a entregarse como sustento de los parámetros de diseño establecidos, así como también el procesamiento de los datos, los algoritmos y ecuaciones empleadas, en versión digital editable para su evaluación.

El objetivo último de la evaluación estructural del pavimento será determinar su Número Estructural Efectivo (SNe) o parámetro similar, que será utilizado en el diseño o cálculo del refuerzo.

### 1.3.6.7. Prospección de Suelos y Ensayos Destructivos en el Pavimento

Para el caso de los suelos y en donde se puede observar que el pavimento conserva sus características estructurales, el número mínimo de prospecciones a ejecutar será una prospección cada 03 km o mínimo 03 por sectorización.

La ejecución de estas prospecciones debe permitir la obtención de muestras por cada variación estratigráfica, y la elaboración de columnas estratigráficas. A partir de esta información, se determinará mediante ensayos de laboratorio las características físicas de los materiales de subrasante (granulometría, límites de consistencia, densidad, humedad, grado de compactación, CBR, Módulo Resiliente para cada tipo de suelo, etc.), para analizarlos y contrastarlos con los resultados del cálculo de parámetros elásticos de la Evaluación Estructural.

Los ensayos de Módulo Resiliente de la subrasante de los suelos más representativos permitirán calcular el factor "c" de corrección para metodología de retrocálculo de la AASHTO versión 1993.

Para zonas y/o sectores donde la evaluación del pavimento indique que éste presenta problemas estructurales y/o funcionales severos, o se registren deflexiones superiores a las admisibles, deberán efectuarse prospecciones (calcatas) y toma de muestras necesarias, tanto de la subrasante y capas que conforman la estructura del pavimento, para

efectuar ensayos que determinen las características físicas, mecánicas y/o químicas de los materiales muestreados, de manera que se puedan analizar conjuntamente con los resultados de las evaluaciones, definir sus causas, y así puedan plantearse las soluciones más adecuadas. El número de prospecciones y ubicación serán definidas por el CONCESIONARIO, las mismas que deben sustentar el fenómeno (problema) en ese sector. De cada calicata que se efectúe, debe consignarse su ubicación georreferenciada, que permita la fácil ubicación y de ser el caso la verificación de la estratigrafía del suelo. El CONCESIONARIO pondrá especial cuidado en identificar y clasificar los sectores del tramo que presenten altas deformaciones del pavimento, analizando sus causas, origen y planteando las correspondientes soluciones debidamente sustentadas.

Extracción de testigos de carpeta asfáltica en zonas a definir en función de trabajos anteriores, con el propósito de determinar los espesores de los mismos.

### **1.3.6.8. Sectorización del Tramo**

En base a los resultados de la evaluación funcional y estructural del pavimento, se realizará la sectorización del tramo aplicando la metodología indicada en el Apéndice J de la Guía de Diseño de AASHTO 93 (Diferencia Acumuladas); se formularán y sustentarán los sectores que tendrán un mismo tratamiento de Mantenimiento Periódico (Sectores Homogéneos). Se tomarán en cuenta variables como tráfico, clima, altitud, tipo de estructura del pavimento, características geométricas del sector y otras que sean aplicables.

En todo caso, el CONCESIONARIO deberá considerar que el coeficiente de variación de la rugosidad y la deflexión en cada Sector Homogéneo debe ser al 15% y 30% respectivamente. En casos específicos podrán considerarse otros límites, siempre que cuenten con el sustento debido.

### **1.3.6.9. Diseños**

A partir de los resultados de la evaluación del pavimento, prospecciones y ensayos destructivos en el pavimento, y la sectorización del tramo, el CONCESIONARIO planteará los diseños y alternativas de solución para la rehabilitación del pavimento, incluyendo las reparaciones y trabajos de mantenimiento que sea necesario ejecutar previamente.

El CONCESIONARIO podrá utilizar la metodología más adecuada para plantear las soluciones (AASHTO en su versión 1993, o similar), previa determinación de parámetros elásticos por un método racional para un período de diseño de 20 años, y expondrá en una memoria de cálculo todos los criterios adoptados describiendo paso a paso como se han obtenido los resultados.

En forma supletoria o alternativa, el CONCESIONARIO podrá plantear la utilización de normas de ensayos y diseño, o criterios técnicos utilizados por entidades u organismos de reconocido prestigio de Norte América o Europa, siempre que se justifique técnicamente su empleo para la optimización del proyecto.

### **1.3.7. ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE**

El CONCESIONARIO deberá considerar todos los diferentes tipos de puentes, muros y alcantarillas, etc., sin estar limitados por el material de que estén conformados.

El CONCESIONARIO deberá efectuar el inventario, así como la Evaluación Estructural de las estructuras existentes (para resistir la sobrecarga HL93) utilizando el Manual For Bridge Evaluation, MBE de la AASHTO, así como evaluar la subestructura de ellas teniendo en cuenta los criterios de la AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design, así como de la publicación Seismic Retrofitting Manual for



Highway Structures: Part 1- Bridges (2006) de la Federal Highway Administration, asimismo, deberá tomarse en cuenta, de ser el caso, los manuales de puentes provisionales con la finalidad de obtener los parámetros necesarios para su utilización como pase provisional de ser el caso.

El análisis y diseño de todas las estructuras debe cumplir con las normas o reglamentos vigentes (Especificaciones AASHTO LRFD y los criterios de la AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design; para los aspectos particulares propios de nuestro país utilizar el Manual de Puentes del MTC), de acuerdo al material que se determine como apropiado y las condiciones sísmicas de la zona.

1. Presentar la Memoria Descriptiva de las Estructuras propuestas.
2. Efectuar los cálculos preferiblemente en base a sistemas computarizados, cuya memoria detallada se entregará conjuntamente con los planos.
3. El diseño de las estructuras de los puentes y túneles se efectuará mediante software especializado de uso frecuente que permita modelar los elementos que las conforman y la aplicación de cargas en las diferentes etapas de su construcción.
4. Presentar las partidas para cada diseño y trabajo (rehabilitación, ampliación, reforzamiento, construcción, etc.) propuesto.
5. El CONCESIONARIO deberá proponer un sistema de instrumentación y monitoreo remoto en el caso de existir tipologías singulares (atirantados, colgantes...) para dar seguimiento y evaluar el comportamiento de dichas estructuras en tiempo real que permitan garantizar el buen funcionamiento de ellas durante su vida útil, así como contar con información sobre su comportamiento estructural, derivado de su operación normal y ante fenómenos naturales, lo que permitirá tomar decisiones de mantenimiento preventivo e instrumentar medidas correctivas en caso de ser necesario.
6. Para las tuberías de servicio público (agua, desagüe, electricidad, telefonía, etc.) que se encuentran adosadas a estructuras existentes y que como resultado del estudio se requiere la intervención de dichas estructuras (reemplazo, rehabilitación o reforzamiento) el CONCESIONARIO deberá proponer la reubicación temporal de estos servicios durante el periodo de intervención a fin de no interrumpir el servicio, una vez concluido los trabajos en la estructura dichas tuberías deberán ser adosadas a la estructura; por lo tanto el peso de estas tuberías deberán ser consideradas en el análisis de la estructura.
7. Para el caso de la evaluación de las estructuras existentes, el CONCESIONARIO desarrollará una serie de ensayos que permitan estimar la calidad de los materiales que la conforman.

### PUENTES

1. El especialista en estructuras deberá de coordinar constantemente con el especialista en trazo y diseño vial, con la finalidad de aprovechar en lo posible el puente existente.
2. Las estructuras nuevas o a ser reemplazadas, deberán diseñarse luego de haber definido el mejor emplazamiento de acuerdo a las condiciones locales.
3. En los planos de vista general se debe mostrar los niveles máximos de agua, niveles de cimentación, nivel de desplante, de socavación, además de ir acompañado del esquema de perfil estratigráfico de terreno con referencias de nivel, perfiles en el eje y aguas abajo y arriba que permitan apreciar las condiciones topográficas, las curvas de nivel en planta deben estar acotadas, etc., todas las características deben tener sustento en los estudios básicos.



4. El tipo y dimensiones de la superestructura y subestructura se establecerán en base a:

- ✓ Los parámetros resultantes de los estudios básicos, para lo cual se presentará el cuadro resumen de los datos técnicos de Hidrología e Hidráulica y Geología y Geotecnia que serán utilizados para el análisis y diseño de puentes proyectados.
- ✓ La ubicación del puente proyectado deberá ser evaluado por las especialidades de Topografía y Diseño Vial, Hidrología e Hidráulica, Geología y Geotecnia y Estructuras.

5. El diseño debe hacerse siguiendo las AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, la LRFD Guide Specification for Design of Pedestrian Bridges y las AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design complementándose para los aspectos particulares propios de nuestro país con el Manual de Puentes MTC.

6. Presentar los siguientes planos generales:

- ✓ Plano topográfico incluyendo el río o quebrada con el eje del puente (zona comprendida a 350.0 m del eje aguas arriba y 300 m aguas abajo, indicando puntos de referencia (progresivas y coordenadas con GPS) y niveles, de acuerdo al diseño geométrico de la vía.
- ✓ Plano topográfico indicando la estructura existente y la proyectada.
- ✓ Ubicación - Vista general en planta y elevación en base a un levantamiento topográfico y batimétrico a detalle del área de ubicación, en la vista general se debe presentar el eje de la vía y por lo menos dos perfiles paralelos al mismo, tanto aguas arriba como aguas abajo; también se deberá presentar los niveles de fondo cimentación, NAME, el perfil del nuevo cauce proyectado, presión transmitida, socavación, etc. En el plano de elevación del puente se utilizará el NAME y el galibo ubicado aguas arriba (borde de la superestructura).
- ✓ Subestructura (excavaciones, encofrados- armadura de estribos, pilares o arranques).
- ✓ Superestructura (encofrados - armaduras de vigas y losa de concreto, vigas de acero, reticulados metálicos, etc.).
- ✓ Plano de estructuras a demoler
- ✓ Para puentes no convencionales (Arcos, reticulados, colgantes, atirantados y otros) se debe presentar un esquema del proceso de montaje y/o construcción en concordancia con la geometría de los accesos y características del río o quebrada.
- ✓ Plano de detalles de los pases provisionales (Planta, perfil y secciones transversales).
- ✓ Detalles típicos (apoyos, juntas de dilatación, tubos de drenaje, barandas, losas de aproximación).
- ✓ Detalles de reforzamiento (para la sobrecarga HL93).
- ✓ En los planos de detalles, se deberá indicar en uno de los estribos el grabado en bajo relieve del resumen informativo que contenga datos como: SIC de diseño, fecha de construcción, etc.)
- ✓ Obras Complementarias (Defensas Ribereñas y de Protección).
- ✓ Efectuar una inspección de la Superestructura (elemento por elemento) y efectuar la evaluación estructural (emplear el Manual For Bridge Evaluation, MBE.).
- ✓ Elaboración de los planos de los puentes existentes que serán utilizados para la evaluación estructural (Manual For Bridge Evaluation).

- ✓ Efectuar una inspección de la Subestructura y elementos complementarios (Juntas de dilatación apoyos, barandas, etc.), a fin de determinar los costos que demandarán estos trabajos.

### MUROS

- a. Estos podrán ser de concreto ejecutada in situ, de concreto prefabricado o de tierra reforzada entre las tipologías establecidas en el Manual de Carreteras. Túneles, Muros y Obras complementarias
- b. Para el diseño de muros de contención en corte y relleno, se realizarán calicatas de investigación del suelo (para obtener parámetros de resistencia), a profundidades que aseguren la vida útil de la obra; se tomarán secciones, perfiles y niveles complementarios, determinando su trazado, elevación y cotas de cimentación.
- c. Efectuar diseños para cada suelo establecido como típico, considerando que su altura puede variar.
- d. Efectuar la verificación de la estabilidad al vuelco y deslizamiento, para condiciones estáticas y dinámicas, de acuerdo a la metodología de la AASHTO LRFD.
- e. Se debe verificar el diseño por capacidad de resistencia del suelo debido a las presiones últimas ejercidas, en concordancia con la metodología de la AASHTO LRFD.
- f. Se debe presentar planos de vista general (Planta, perfil y secciones transversales) de muros, donde se indique la cota de cimentación, alturas y longitudes, además presentar un cuadro resumen de los muros, indicando: ubicación, altura, longitud de base y presión transmitida.

### ALCANTARILLAS, BADENES, CANALES Y PASES DE AGUA.

- a. Se deben realizar los diseños de acuerdo a los requerimientos de las AASHTO LRFD Bridge Design Specifications.
- b. Se debe presentar los planos de vista general (Planta y perfil) de los badenes y las alcantarillas, esto adicionalmente a los planos de detalles de encofrado y armadura.
- c. Para los badenes y alcantarillas debe tenerse en cuenta las obras complementarias a la entrada y salida del agua (emboquillados de piedra, pozas de disipación, etc.).

### TÚNELES

- a. Diseñar las estructuras necesarias en base a la información de la capacidad de carga resistente, asentamiento, disponibilidad de materiales y equipos en la zona de trabajo, así como el aspecto económico.
- b. Efectuar los cálculos en base a sistemas computarizados, cuya memoria de cálculo detallada se entregará conjuntamente con los planos.
- c. El CONCESIONARIO efectuará el análisis y diseño de las estructuras de sostenimiento, verificación de drenaje y otras necesarias para el tránsito peatonal, asimismo deberá proyectar todas las estructuras (duetos) que sean necesarios para complementar los accesorios del Túnel.
- d. El CONCESIONARIO debe respetar las características del diseño geométrico de la carretera.
- e. El diseño estructural típico, la selección de los materiales para la construcción y los procedimientos constructivos a ser empleados deberán estar acordes con lo indicado en el Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnel de la AASHTO año 2010 como mínimo.

- f. Establecer un programa para el mantenimiento y un plan para la operación del Túnel.  
Una vez concluido el proyecto se deberá entregar una ficha con los datos del Túnel.

### 1.3.8. METRADOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, PRESUPUESTO DE OBRA, CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA

Considerar una Memoria de costos donde deberán considerar todo tipo de información respecto a la elaboración de los metrados. Presupuesto de obra, Cronograma de ejecución de obra y Especificaciones Técnicas, donde incluirán secciones típicas de la estructura del pavimento, cuadro resumen de las canteras, duentes de agua y DME's, cuadros resumen de las obras de arte, etc, mencionar las autorizaciones ambientales para su explotación, indicar los factores climáticos u otros factores que consideraron para formular el cronograma de obra, etc.

#### METRADOS:

Los metrados se efectuarán considerando las partidas de obra a ejecutarse, la unidad de medida, los diseños propuestos indicados en los planos de planta y de perfil longitudinal, secciones transversales, cortes longitudinales, diseños y detalles constructivos específicos.

El CONCESIONARIO debe realizar una adecuada sustentación de los metrados por cada partida, de acuerdo con los Planos y las Especificaciones Técnicas del proyecto.

Cada Planilla de metrado debe indicar, cuando corresponda, el código de identificación del plano utilizado para determinar la cantidad de obra para facilitar la revisión. Así mismo, deben considerar en las plantillas de metrados secciones típicas y/o diagramas donde identifiquen las medidas consideras para cada partida.

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Las Especificaciones Técnicas deberán elaborarse por cada una de las partidas que conforman el presupuesto de obra, definiendo la naturaleza de los trabajos, procedimientos constructivos y formas de pago. Dichas especificaciones técnicas constituyen las reglas que definen las presentaciones específicas de la etapa de ejecución de obra; esto es, descripción de los trabajos, métodos de construcción, calidad de los materiales, sistema de control de calidad, métodos de medición y condiciones de pago. Dichas especificaciones técnicas presentarán los mismos códigos numéricos o ÍTEM del presupuesto base y del resumen de metrados.

Las **Especificaciones Técnicas** serán desarrolladas para cada partida del proyecto, en términos de especificaciones particulares y serán concordantes con la naturaleza de la obra las que tendrán como base las recomendaciones y soluciones formuladas por cada especialista; deberán estar sujetas a las normas indicadas en los presentes TDRs, y marco contractual del Contrato, complementariamente se utilizarán las normas y especificaciones AASHTO y ASTM. Incluirán el control de calidad, ensayos durante la ejecución de obra y criterios de aceptación o rechazo, controles para la recepción de la obra, los aspectos referidos a la conservación del medio ambiente y los factores de seguridad en cada una de las etapas del proceso de ejecución de los trabajos; de manera que ante la eventualidad de que se ejecuten incorrectamente se puedan tomar medidas correctivas en forma oportuna.

La Especificaciones Técnicas comprenderá las actividades para la conservación del medio ambiente, el replanteo topográfico, la

construcción de campamentos, la limpieza general de la obra, etc.  
Las Especificaciones Técnicas del proyecto deberán ser elaboradas en coordinación con los demás especialistas del CONCESIONARIO.

#### **ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS:**

Los Análisis de Precios Unitarios se efectuarán para cada-partida y sub partida necesarias de acuerdo a las características particulares de la obra, considerando la composición de mano de obra, equipo y materiales, el rendimiento de la mano de obra y equipo correspondientes, la distancia a las fuentes de agua y a las canteras de materiales de construcción, su costo de explotación, el costo de otros materiales, maquinarias y equipos a ser instalados en la obra incluyendo fletes, impuestos, seguros y en general, todos los costos que se indican en las actividades de la construcción consignado en los análisis de precios deben estar debidamente sustentados con sus cotizaciones correspondientes. Los análisis se elaborarán en forma detallada, tanto para los costos directos, como los indirectos (gastos generales fijos, variables y utilidad).

El Análisis de los costos comprenderá los costos directos e indirectos por separado, dividiéndolos en moneda nacional y extranjera, según su procedencia.

#### **PRESUPUESTO DE OBRA:**

El Presupuesto de Obra deberá ser calculado en base a los metrados y los análisis de precios unitarios, diferenciando los costos directos, indirectos y el IGV que corresponda. El presupuesto deberá ser elaborado usando el programa S10 u otro similar.

#### **CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA:**

El CONCESIONARIO deberá formular el Cronograma de Ejecución de Obra, considerando las restricciones que puedan existir para un normal desenvolvimiento de las obras, tales como lluvias o condiciones climáticas adversas, dificultad de acceso a ciertas áreas, etc. El cronograma de ejecución de obra se elaborará considerando las partidas consignadas en el presupuesto de obra, empleando el método PERT-CPM y GANTT utilizando el software MS Project u otro similar que la entidad disponga para su revisión, identificando las actividades o partidas que se hallen en la Ruta Crítica del proyecto.

En el presente cronograma, el CONCESIONARIO deberá determinar expresa y explícitamente la Ruta Crítica del Proyecto.

El CONCESIONARIO deberá dejar claramente establecido que el cronograma de ejecución de obra es aplicable para las condiciones climáticas de la zona en concordancia con el cronograma de desembolsos económicos establecido con el plazo de ejecución del contrato y sustentado en el programa de ejecución de obra (PERT-CPM). Asimismo presentará un cronograma valorizado de ejecución de obra, cronograma de adquisición de materiales y cronograma de utilización de equipos, concordado con el cronograma de ejecución de obra.

En la programación se pondrá especial énfasis en la evaluación de la etapa de movilización e instalación de campamentos.

### **1.3.9. PLAN DE AUTOEVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO Y SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE LA INFORMACIÓN, CONTROL Y GESTIÓN**

El CONCESIONARIO debe elaborar el Plan de Autoevaluación de los



Niveles de Servicio acorde a lo estipulado en el Anexo 11.  
EL CONCESIONARIO debe elaborar el Estudio definitivo de Ingeniería de los diferentes Sistemas de Tecnología de la Información, Control y Gestión a ser utilizados en todo el proyecto y en cada una de sus fases acorde a lo estipulado en Apéndice 1 del Anexo 3 con sus respectivos acápite incluidos, siendo como mínimo a ser considerados los siguientes:

- Sistemas de PEAJE, con especial atención a los sistemas de TELEPEAJE.
- Plataforma SGA, con especial atención a la integración con el sistema de gestión integral.
- Subsistema de control y gestión de los Túneles, con especial atención al sistema SCADA.
- Sistema de gestión del CCO.
- Sistema de CONTROL DE LA VELOCIDAD.
- Sistema de IDENTIFICACIÓN VEHÍCULAR.
- Sistemas utilizados para los CANALES DE INFORMACIÓN.

### 1.3.10. PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN, EXPLOTACION, SEGURIDAD EN LOS TÚNELES

El CONCESIONARIO debe elaborar el Proyecto Integral de Electrificación para el Suministro y Montaje Eléctrico de las instalaciones necesarias de los túneles de la carretera, como son los sistemas de iluminación, ventilación, explotación y seguridad, este proyecto debe elaborarse acorde a lo estipulado en la **Parte IV Las Instalaciones en Túneles** del Manual de Carreteras: **Túneles, Muros y Obras Complementarias**, aprobado con Resolución Directora! W 036-2016-MTC/14 del 27.10.2016.

El CONCESIONARIO deberá de garantizar la transitabilidad y seguridad de los usuarios de los túneles de la carretera.

El Proyecto Integral de Electrificación para el Suministro y Montaje Eléctrico deberá ser entregado directamente a la Empresa Concesionaria del Servicio Eléctrico, para su revisión y aprobación.

## 2. EXPEDIENTE TÉCNICO

El CONCESIONARIO elaborará el Expediente Técnico del Proyecto a nivel de Ejecución de Obra, el mismo que comprenderá el desarrollo de lo señalado como mínimo lo señalado en los presentes TDRs, para lo cual el CONCESIONARIO deberá tener en cuenta lo establecido la normatividad vigente.

El proyecto será desarrollado bajo un esquema de trabajo Building Information Modeling (en adelante BIM), la especificación de los alcances y limitaciones del Modelo BIM a lo largo del desarrollo del proyecto, roles, comunicación, convenciones para los elementos de cada especialidad deberán ser presentadas como parte del Plan de ejecución BIM de acuerdo con lo especificado en el Anexo 3, Apéndice 1, Acápite C.

El marco de trabajo BIM será el formato de trabajo para todos los integrantes del proyecto: CONCEDENTE, CONCESIONARIO y Supervisor.

El Expediente Técnico será presentado de acuerdo a la estructura mínima que debe contener el Estudio Definitivo de Ingeniería y que está conformado por los siguientes volúmenes:

- Volumen N°01 : Resumen Ejecutivo.
- Volumen N° 02 : Memoria Descriptiva.
- Volumen N° 03 : Componente de Ingeniería (\*).
- Volumen N° 04 : Metrados.
- Volumen N° 05 : Especificaciones Técnicas.
- Volumen N° 06 : Análisis de Precios Unitarios, Cronogramas y Presupuesto de

Obra.

- Volumen N° 07 : Estudio Técnico Económico.
- Volumen N° 08 : Derecho de Vía.
- Volumen N° 09 : Áreas Auxiliares y Autorizaciones.
- Volumen N° 10 : Planos del Proyecto.
- Volumen N° 11 : Anexos
- Volumen N° 12 : Discos Compactos con archivos digitales de todo el Estudio (Word, Excel, Autocad, S10, BIM, etc.).
- Volumen N° 14 : Áreas Auxiliares y Autorizaciones
- Volumen N° 15 : Componente Arqueológico GIRA- PMA

(\* ) Deberá presentarse en forma separada por cada especialidad.

#### **Volumen N° 01 - RESUMEN EJECUTIVO**

Considera el resumen general del proyecto, exponiendo en forma genérica y con la claridad requerida el contenido y objetivo del mismo. Asimismo, deberá incluir la relación de sistemas y obras planteadas en cada especialidad, indicando cantidad y tipo, así como el presupuesto de obra, plazo de ejecución, cronogramas, y otros que describan las características del proyecto y las soluciones adoptadas.

Se anexará la relación de todo el personal profesional que conforma su propuesta técnica, responsables de la elaboración del Estudio en cada actividad del proyecto; esta relación mostrará su especialidad, nombres y apellidos completos, profesión, registro profesional y firma según registro del Colegio correspondiente.

#### **Volumen N° 02 - MEMORIA DESCRIPTIVA**

1. Introducción
2. Generalidades.
3. Plano de ubicación, Plano Clave del Proyecto, y Secciones Típicas del Pavimento
4. Descripción del proyecto, ubicación, objetivos, metas del proyecto, metodología utilizada, personal profesional que participó en el proyecto, valor referencial del proyecto, plazo de ejecución, breve resumen de cada uno de los estudios realizados incluyendo vistas fotográficas:
  - 4.1 Resumen del Estudio de Tráfico.
  - 4.2 Resumen del Estudio de Georeferenciación, Topografía, Trazo y Diseño Vial.
  - 4.3 Resumen del Estudio de Señalización y Seguridad Vial.
  - 4.4 Resumen del Estudio de Geotécnico y Geotecnia.
  - 4.5 Resumen del Estudio de Hidrología e Hidráulica.
  - 4.6 Resumen del Estudio de Canteras, Fuentes de Agua Suelos y Pavimento.
  - 4.7 Resumen del Estudio de Estructuras y Obras de Arte.
  - 4.8 Resumen de Metrados, Presupuesto de Obra, Cronograma de ejecución de obra, y Cronograma de Desembolsos.
  - 4.11 Resumen de Áreas Auxiliares y Autorizaciones
  - 4.12 Sistemas Tecnológicos de la Información, Control y Gestión
  - 4.13 Proyecto de Electrificación para los sistemas de ventilación, explotación y seguridad en los túneles
  - 4.14 Plan de Autoevaluación de los Niveles de Servicio
  - 4.15 Conclusiones y Recomendaciones

#### **Volumen N° 03 • ESTUDIOS DE INGENIERIA**

El desarrollo de los Estudios de Ingeniería, deberán ser presentados de manera independiente para cada una de las especialidades requeridas en los alcances del Servicio.

#### **Volumen N° 04- METRADOS**

El CONCESIONARIO presentará el volumen teniendo en cuenta lo establecido en el numeral 4.3.8 de los presentes TDRs.

Los metrados serán detallados por cada partida específica del presupuesto e incluirá diagramas,



secciones y croquis típicos

1. Metrados de Obras Preliminares.
2. Metrados de Movimiento de Tierras.
3. Metrados de Sub-base y Base.
4. Metrados de Pavimentos.
5. Metrados de Drenaje y Obras de Arte.
6. Metrados de Puentes
6. Metrados de Transporte
7. Metrados de Sistema de Alcantarillado (evacuación de aguas pluviales).
8. Metrados de Señalización y Seguridad Vial.
9. Metrados de Obras Complementarias
10. Metrados de Estabilidad de taludes, conformación de botaderos, fuentes de materiales, etc.
11. Calculo de distancias de transporte.
12. Metrados de Obras Especiales,
13. Metrados de Protección Ambiental,
14. Metrados de los Sistemas Tecnológicos de la Información, Control y Gestión
15. Metrados de Proyecto de Electrificación para los sistemas de ventilación, explotación y seguridad en los túneles, iluminación del tronco.
16. Otros.

**Volumen N° 05 • ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

El CONCESIONARIO presentará los volúmenes teniendo en cuenta lo establecido como mínimo en los presentes TDRs.

En lo referente a los Sistemas Tecnológicos de Información, Gestión y Control, las especificaciones técnicas equivalen a presentar la Ingeniería de Detalle.

En lo referente al Plan de Autoevaluación de los Niveles de Servicio, las especificaciones técnicas equivalen a la definición completa de la metodología a ser utilizada, acorde a lo definido en el Anexo 11.

**Volumen No 06-ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, CRONOGRAMAS Y PRESUPUESTO DE OBRA**



El CONCESIONARIO efectuará un análisis de los costos unitarios por partidas, teniendo en cuenta las características particulares de la obra; los requerimientos de mano de obra; la distancia a las canteras de materiales de construcción, su costo de explotación; el costo de otros materiales y su transporte; maquinarias y equipos a ser instalados en la obra incluyendo fletes, impuestos, seguros y, en general, todos los costos que se indican en las actividades de la construcción y montaje.

El análisis de los costos comprenderá los costos directos e indirectos por separado, dividiéndolos en moneda nacional y extranjera, según su procedencia:

1. Consideraciones Generales.
2. Bases de cálculo de precios unitarios.
3. Análisis del costo directo.
4. Análisis del costo indirecto, diferenciando los costos fijos y variables.
5. Relación de precios y cantidades de recursos requeridos.
6. Resumen de los componentes del costo y precios unitarios por partidas
7. Presupuesto de Obra.
8. Fórmulas Polinómicas.
9. Cronograma de ejecución de obra.
10. Cronograma de Desembolsos
11. Cronograma de utilización de equipo.
12. Cronograma de adquisición de materiales.
13. Relación de equipo mínimo.
14. Relación de Equipo de laboratorio mínimo
15. Cronograma de avance de obra valorizado.
16. Cotizaciones

## Volumen N° 10- PLANOS DEL PROYECTO

Los planos tendrán una presentación y tamaño uniforme, debiendo ser entregados debidamente protegidos en portaplanos que los mantengan unidos pero que permitan su fácil desglosamiento. Deberán estar identificados por una numeración y codificación adecuada y mostrarán la fecha, sello y firma del Especialista y del Jefe del Proyecto.

Sin estar limitados a la relación que a continuación se detalla, los planos más importantes y su contenido serán los siguientes:

1. Informe general e índice de planos.
2. Plano de ubicación, mostrando las vías, centros poblados y proyectos más importantes, dentro del área de influencia del estudio.
3. Plano de Puntos de Referencia de la Carretera, donde se colocará la siguiente información: puntos geodésicos, puntos de la poligonal principal, puntos de la poligonal de apoyo, cada uno de estos puntos con su respectiva designación y coordenadas (Norte, Este y Cota en coordenadas UTM), la vía existente, eje de la vía proyectada. La presentación de estos planos se realizará a escala adecuada que permita su lectura y verificación
4. Plano clave a escala 1/25000 en papel indeformable con coordenadas UTM, mostrando los accidentes geográficos, poblaciones, medios de comunicación, fuentes de materiales, botaderos, etc., existentes en el área de estudio, además de una tabla de distancias, altitudes, tráfico y cualquier otra información que se estime necesaria.
5. Plano de secciones tipo, escala 1:50 (H) y 1:5 (V) indicando todas las dimensiones y demás características de las obras incluidas en la sección transversal de la carretera, tales como ancho y espesor de las distintas capas del pavimento, bermas, cunetas y drenes, inclinación de los taludes, zanjas de coronación o de pie de talud, ancho del Derecho de Vía, etc.
6. Planos de Planta y Perfil del proyecto a las escalas 1:2000 (H) y 1:200 (V), con la nomenclatura requerida por las Normas Peruanas. En los planos de planta se indicarán las referencias de los Pis, límites de Derecho de Vía, pendientes, alineamientos, ubicación de alcantarillas (diferenciando las existentes de las proyectadas) indicando sentido de flujo y tipo, muros, zanjas de coronación y drenaje, guardavías y otras obras complementarias importantes. Sobre los planos de perfil se señalarán la ubicación y referencia de los BMs, alcantarillas (diferenciando las existentes de las proyectadas e indicando si es que será reemplazada) alturas de corte, o relleno, alineamiento, puentes, pontones, cunetas, zanjas de drenaje y otras estructuras.
7. Planos de secciones transversales indicando las áreas de explanaciones y cotas de terreno y de subrasante en cada sección, a escala 1:200 en zona rural y 1:100 en zona urbana. En las secciones transversales debe estar indicada la ubicación de muros, gaviones, sub drenes, zanjas de drenaje y demás estructuras de la carretera.
8. Planos de planta y perfil de las zonas urbanas a escala 1:500 (H) y 1:50 (V)
9. Diagrama de masas, señalando las compensaciones de volúmenes, las distancias parciales de transporte y la clasificación de los materiales. Escala horizontal 1:25000.
10. Planos de canteras, botaderos, fuentes de abastecimiento de agua, escala en planta 1:2000, consignando ubicación, secciones o calicatas (escala vertical 1:20), volúmenes y demás características técnicas, datos acerca del período de utilización, método de explotación, uso, rendimientos, facilidades de acceso y las distancias de transporte de acuerdo con el diagrama de distribución que deberá presentar.
11. Planos geológicos y geotécnicos y geodinámicos de Planta del proyecto a las escalas 1:2000 (H) y 1:200 (V), de análisis de estabilidad de taludes (escala 1:200) y planos de diseño detallado en escala 1:100 con la nomenclatura requerida por las Normas Peruanas. En los planos de planta se indicarán entre otras referencias de los sectores inestables y críticos, su ubicación, incluyendo las obras de control y estabilización requeridos, entre otros; muros, zanjas de coronación y drenaje, puentes y otras estructuras complementarias importantes, el plano geológico, geotécnico, geomorfológico regional que será a escala 1:25000 (Base topográfica del PETT).
12. Plano de perfil de suelos, clasificación de materiales de los distintos estratos, sus constantes físicas, CBR y otras características técnicas así como sus posibilidades de utilización. Escala 1:10000 (H) y para la estratigrafía de las calicatas, 1:20 (V).
13. Planos de cuencas hidráulicas e hidrología (escala 1:50000 o menos).
14. Planos a escala 1:5000 (H) del sistema del drenaje proyectado, con ubicación de cunetas, zanjas, alcantarillas, etc. Se presentará el perfil longitudinal de cunetas y/o zanjas de drenaje paralelos a la carretera, con indicación de cotas y sus desfogues a alcantarillas, pontones u otros, asimismo las secciones transversales de todas las obras de drenaje, a escala 1:100,

con indicación de cotas de entrada y salida, pendientes, tipo de obra de drenaje, cabezales, etc.

15. Plano de Canteras y Fuentes de agua a escala variable, en el cual detallara en forma concreta y resumida los resultados de las investigaciones de campo.
16. Planos de topográficos de la ubicación de puentes y pontones, 350 m. aguas arriba y 300m. aguas abajo, en una escala 1/1000 y con curvas de nivel a intervalos de 1.00 m. indicando puntos de referencia y niveles, se acuerdo al diseño geométrico de la vía. Vista general en planta y elevación en base a un levantamiento topográfico y batimétrico del área de ubicación
17. Planos geológicos geotécnicos regional y local de la carretera, a escala 1:5000 y 1:500, considerando la geomorfología, estratigrafía, geología estructural, riesgo geodinámico, sectores inestables y críticos, etc. Se presentará el perfil longitudinal de la vía en sectores importantes ó cada 5.0 km como máximo, asimismo las secciones transversales de los sectores inestables y críticos a escala 1:200, con toda la información geológica-geotécnica de acuerdo a normas.
18. Planos geológicos geotécnicos local de los Puentes, Pontones, Túneles, Sectores Críticos é Inestables de la Carretera, a escala 1:200, considerando la geomorfología, estratigrafía, geología estructural, riesgo geodinámico, etc. Se presentará el perfil longitudinal de la estructura, cada 30.0m., así mismo las secciones transversales a escala 1:100, con toda la información geológica-geotécnica de acuerdo a normas.
19. Superestructuras (encofrados, armaduras de viga y losa, reticulados, etc.); subestructuras (excavaciones, encofrados, armadura de estribos de concreto, pilares, etc.). Detalles de apoyos, juntas de dilatación; drenaje, barandas, losas de aproximación, obras complementarias, etc.
20. Planos de estructuras a demoler, detalles de reforzamiento o reparación de ser el caso
21. Planos a escala variable según diseño de obras de arte (alcantarillas, muros, cunetas, etc.) con tablas de cantidades correspondientes a las distintas partidas que se incluyen en el presupuesto y de conformidad con las especificaciones dadas.
22. Planos de Señalización y Seguridad vial; se presentarán a escala variable e incluirá la señalización durante la ejecución de la obra; señalización vertical (señales preventivas, restrictivas e informativas); detalle de los postes de fijación; elementos de seguridad vial, guardavías, tachas, postes delineadores, etc. Además, se presentará un plano general de señalización y seguridad vial, a escala 1:2000, ubicando claramente la correspondiente señalización vertical y los elementos de seguridad vial.
23. Planos de Delimitación de Derecho de Vía

#### **Volumen N° 11 -ANEXOS**

- |              |   |  |
|--------------|---|--|
| Anexo N° 01  | : | Información de Campo de Tráfico (formatos, cuadros de conteo, etc.).   |
| Anexo N° 02  | : | Libretas de Campo de Topografía y Trazo.<br>El CONCESIONARIO deberá entregar las libretas de trazo, nivelación y secciones transversales; asimismo una relación de los BMs, Pis y sus referencias; hojas de cálculo, diagramas, tablas y gráficos que hayan servido para la elaboración de los documentos presentados. |
| Anexo N° 03: |   | Información de campo y ensayos de laboratorio del Estudio de Geología y Geotecnia.   |
| Anexo N° 04  | : | Información de campo y estadísticas del Estudio de Hidrología e Hidráulica   |
| Anexo N° 05: |   | Información de campo y ensayos de laboratorio del Estudio de Suelos, Canteras, Fuentes de Agua, Pavimentos.  |
| Anexo N°06   | : | Información de campo y ensayos de Estructuras y Obras de Arte.   |
| Anexo N° 07  | : | Información de Campo del Estudio de Impacto Ambiental-PACRI  |

#### **Volumen N° 12 •DISCOS COMPACTOS**

EL CONCESIONARIO deberá entregar los discos compactos, con los archivos correspondientes al Estudio, en una forma ordenada y con una memoria explicativa indicando la manera de reconstruir totalmente el Informe Final. El Estudio Definitivo de Ingeniería será presentado en los formatos AUTOCAD ó MICROSTATION para Planos, MS WORD para Textos, MS EXCEL para Hojas de Cálculo, MS PROJECT para Programación, S10 ó BC3 para Costos, etc., incluido los archivos de HDM.

De igual forma el CONCESIONARIO, presentará los discos compactos (CD ó DVD) de la versión

digital (extensión PDF) del escaneado del Expediente Técnico impreso y en versión BIM y entregado a PROVIAS NACIONAL, debidamente sellado y firmado por el Representante Legal, Jefe del Estudio y Especialistas responsables de su elaboración.

