



**GOBIERNO DE COSTA RICA  
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD  
(CONAVI)**

**ANEXO 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**CONCURSO PÚBLICO N° FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN  
RUTA NACIONAL N° 249, CANTÓN DE POCOCÍ, LIMÓN»**

**Noviembre 2023**

## Tabla de contenido

CAPÍTULO I. CONDICIONES ESPECÍFICAS.....	3
1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	3
1.1. Normas, reglamentos y requisitos adicionales.....	3
1.2. Consideraciones técnicas para oferta.....	3
2. INFORMES.....	5
2.1 Informe de Avance N° 1.....	6
2.2 Informe de Avance N° 2.....	6
2.3 Informe Final.....	6
2.4 Revisiones.....	6
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS INFORMES.....	7
3.1 Informe de Avance N° 1: “Diseño preliminar de estructura de drenaje mayor y sus accesos”.....	7
3.1.1. Estudios preliminares.....	8
3.1.1.1 Levantamiento topográfico.....	8
3.1.1.2 Afectaciones y/o posibles expropiaciones.....	10
3.1.1.3 Informe topográfico.....	11
3.1.1.2 Estudios y diseños en hidrología e hidráulica.....	12
3.1.1.2.1 Estudio general hidráulico para drenajes mayores.....	15
Capacidad hidráulica de las estructuras para drenaje.....	19
3.1.1.2.2 Estimación de socavación y erosión.....	20
3.1.1.3 Estudio Geotécnico.....	21
3.1.1.4 Determinación de la estructura de pavimento.....	26
3.1.2. Anteproyecto.....	28
3.1.2.1 Diseño geométrico de los accesos al puente vehicular.....	28
3.1.2.2 Obras adicionales.....	29
3.2. Informe de Avance N° 2.....	30
3.2.1. Diseño estructuras drenajes menores.....	30
3.2.2. Diseño estructural.....	37
3.2.3. Diseño geométrico definitivo, señalización y seguridad vial.....	39
3.2.4. Determinación de la estructura del pavimento.....	40
3.2.5. Estudio situacional de las afectaciones y/o expropiaciones del diseño definitivo.....	40
3.2.6. Planos constructivos.....	42
3.2.7. Especificaciones técnicas.....	47
3.3. Informe de Avance N° 3.....	47
3.3.1. Presupuesto de la obra diseñada.....	47
3.3.2. Estudios para evaluación ambiental.....	48
3.3.3. Certificaciones.....	50
APÉNDICE A: REFERENCIAS TOPOGRÁFICAS.....	52
APÉNDICE B LISTAS DE CHEQUEO.....	54

## CAPÍTULO I. CONDICIONES ESPECÍFICAS.

### 1. DESCRIPCIÓN GENERAL.

El contratista deberá diseñar la nueva estructura de drenaje mayor sobre la Quebrada Sirena, de manera que cumpla con la normativa vigente y garantice la seguridad de los usuarios, basado en la ética, las correctas prácticas de la ingeniería y todos los requerimientos indicados en este documento.

#### 1.1. Normas, reglamentos y requisitos adicionales.

El contratista deberá seguir las normas y regulaciones vigentes que garanticen el mejor desempeño, durabilidad y seguridad para los usuarios de la estructura, para lo cual deberá cumplir al menos con los requisitos establecidos en el punto 52 del cartel.

En caso de encontrarse alguna diferencia de criterio entre lo que se indique en una especificación extranjera con respecto a una nacional que sea de uso oficial, se deberá aplicar lo establecido por esta última, siempre que aplique exactamente para el caso en estudio.

Requisitos adicionales.

- Las estructuras deberán cumplir con las solicitaciones de carga establecidas por la metodología LRFD, para una vida útil de al menos 75 (setenta y cinco años), aspecto a considerar en el diseño o chequeo por fatiga.
- Todas las estructuras deberán ser sismo-resistentes, con capacidad para resistir un evento extremo de esta naturaleza con un período de retorno de 1000 (mil) años que equivale a una probabilidad de excedencia de 7 (siete) por ciento y una vida útil de 75 (setenta y cinco) años.
- Todas las estructuras deberán tener capacidad hidráulica para permitir el paso de la avenida máxima para un período de retorno de 100 (cien) años, de modo que la estructura del puente no esté expuesta a carga lateral producto del flujo o materiales que eventualmente puedan ser arrastrados por el mismo.
- Para las estructuras enterradas (tipo alcantarilla o túnel), se deben incluir todos los cálculos correspondientes al comportamiento de la estructura ante el empuje sísmico del suelo y se debe especificar la metodología y/o normativa utilizada.
- Con el propósito de tener estructuras eficientes estructuralmente hablando, se requiere que el diseño de todos los elementos primarios de la estructura esté optimizado; por tanto, el contratista se compromete a cumplir con que las dimensiones y el refuerzo (concreto reforzado) de las secciones recomendadas responden a un diseño estructural eficiente. Si existen elementos principales cuya capacidad, ya sea por diseño último o por condiciones de servicio, supere la demanda por más de un 33 (treinta y tres) %, se deberá justificar, mediante los cálculos de deflexiones, vibraciones, fatiga u otra consideración que respalde y amerite el exceso de capacidad.

#### 1.2. Consideraciones técnicas para oferta

Con el propósito de que todos los oferentes presenten sus propuestas basados en un criterio homogéneo se proporciona, a modo de referencia, las dimensiones de la estructura de drenaje a diseñar y a

considerar en oferta, sin embargo, se aclara que la solución propuesta por la Administración no se deberá considerar como definitiva.

No se reconocerán aumentos en el costo del diseño definitivo (del puente y de la solución del sitio), por aumentos en la longitud ya sea de la estructura definitiva o de los accesos a intervenir, de hasta 50 % (cincuenta por ciento) con respecto al valor de referencia, situación que deberá preverse al realizar la oferta.

El diseñador deberá determinar, basado en los resultados de los estudios preliminares, el tipo de obra más adecuada para este sitio, desde el punto de vista topográfico, geotécnico, hidráulico, geométrico y estructural, según corresponda en cada caso, así como las medidas definitivas, con la respectiva justificación y previa aprobación de la Administración.

Además, se debe considerar para la estructura propuesta las características propias de la zona en que se ubica este proyecto y el tipo de tránsito que circula por esta vía, por lo que el diseño debe ser eficiente en el entendido de que no se incurra en excesos en cuanto a los recursos económicos por parte de la Administración.

<b>Estructura</b>	<b>Nombre</b>	<b>Longitud propuesta (m)</b>	<b>Elevación de rasante respecto al nivel actual del puente (m)</b>	<b>Ancho total (m)</b>	<b>Sobreancho propuesto (m)</b>
1	Puente sobre Quebrada Sirena	12	0,90	11,20	-

Para la sección transversal del puente vehicular se deberá considerar:

- 2 (dos) carriles de 3,30 (tres coma treinta) metros.
- 2 (dos) espaldones externos de 0,60 (cero coma sesenta) metros.
- 2 (dos) barreras rígidas de 0,50 (cero coma cincuenta) metros.
- 2 (dos) aceras de 1,20 (uno coma veinte) metros libres.
- 2 (dos) barandas peatonales.

Ancho total: 11,20 (once coma veinte) metros (sin considerar las barandas peatonales)

Cabe recalcar, que las secciones aquí propuestas son únicamente una guía para la etapa de oferta y que, durante la etapa de diseño, tras obtener los resultados de los estudios preliminares a realizar, se definirá en conjunto con el diseñador, la sección definitiva de la estructura a diseñar y su ubicación.

### ***Subestructura***

Con respecto a la subestructura, la longitud deberá ser como mínimo igual al ancho de la sección transversal de la superestructura, incluir losa de aproximación, poseer aletones que contengan los rellenos de aproximación, además de cumplir con dimensiones especificadas en códigos para los apoyos de la superestructura (en caso de que corresponda), la solución de cimentación definitiva a utilizar (profundidad y tipo) se determinará de acuerdo con los resultados de los estudios preliminares; siempre considerando el aprovechamiento de los pilotes HP con los que dispone la Administración para este proyecto.

### *Accesos*

El contratista deberá utilizar lo dispuesto en el Tomo II de la “Guía de diseño estructural de pavimentos de Costa Rica, denominado Guía Simplificada para el Diseño de Pavimentos de Bajo Volumen”, el cual se adjunta al cartel de la contratación como Anexo 3, a la hora de estimar los trabajos que resultan necesarios para mantener o mejorar el nivel de servicio de los accesos al puente vehicular. Es importante indicar que esta guía hace referencia al CR 2010, por lo que en lo que respecta a materiales debe entenderse que se deberán ajustar a la normativa vigente del CR-2020.

### *Carga viva.*

Para el puente vehicular, el diseño se deberá realizar para la carga viva HL-93 de acuerdo con la norma “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications”.

### *Topografía*

Para esta contratación y con fines únicamente de cotización de los trabajos a realizar, se establece la siguiente clasificación del terreno donde se ubica el proyecto: Plano 60 (sesenta) % y Ondulado 40 (cuarenta) %. Esta clasificación tiene únicamente carácter informativo y su verificación deberá realizarla el oferente, como parte del proceso de preparación de su oferta.

## **2. INFORMES**

El contratista deberá realizar todas las actividades necesarias para cumplir a cabalidad el objeto de esta contratación basado en la ética y correctas prácticas de la ingeniería. El trabajo a realizar se divide en 3 (tres) informes.

Para propósitos de revisión de cada informe, se deberá entregar a CORBANA dos juegos (original y copia) en formato .PDF con marca de agua en todas las páginas, cuya leyenda sea "Para revisión", así como adjuntar los archivos de trabajo utilizados en formato editable (.DOC, .XML, .DWG, entre otros). Esta información deberá ser remitida mediante una nota formal acompañada de dos memorias USB en estándar 2.0 o superior que contengan los archivos descritos líneas arriba.

CORBANA remitirá la copia del informe al CONAVI y un dispositivo USB para su revisión, y una vez que el informe sea aprobado por esta última, CORBANA comunicará este hecho al contratista, quien deberá presentar dos juegos (original y copia) de la versión definitiva del documento (incluyendo las correcciones, aclaraciones y ampliaciones solicitadas en la revisión) con la firma de los profesionales responsables, así como los archivos de trabajo que respaldan los resultados presentados en el informe. Esta información deberá ser remitida mediante una nota formal acompañada de dos memorias USB en estándar 2.0 o superior

Los planos deberán presentarse en formato .PDF con láminas para ploteo de tamaño de 60 (sesenta) por 90 (noventa) cm. El cajetín incluirá:

- Logos del MOPT, CONAVI y empresa o entidad diseñadora.
- Nombre (Ruta Nacional y Sección) del proyecto.
- Contenido.
- Cuadro de recepción oficial.
- Nombre del diseñador (Diseño: \_\_\_\_\_).
- Nombre del profesional que aprueba (Aprobó: \_\_\_\_\_).
- Escala, Hoja y Fecha.

Para todos los informes, los planos deberán presentarse según lo indicado en el punto 3.2.6 siguiente.

## **2.1 Informe de Avance N°1.**

Este entregable deberá contener la información solicitada en el apartado “Topografía especial”, los estudios geotécnicos, el estudio hidrológico-hidráulico de la Quebrada Sirena (incluido el cálculo de socavación y erosión) y las recomendaciones producto del análisis correspondiente para cada área de estudio; así como el diseño geométrico preliminar y anteproyecto de la estructura de drenaje mayor y sus accesos. Ver detalle en punto N° 3.1 de este documento.

Es indispensable obtener la aprobación de este informe por parte de la Administración antes de continuar con la elaboración del Informe de Avance N°2.

## **2.2 Informe de Avance N° 2.**

En términos generales, este entregable incluye la realización del diseño estructural de la estructura de drenaje mayor (puente), diseño estructural de cualquier obra adicional que se requiera para la ejecución del proyecto, el diseño geométrico definitivo, señalización y seguridad vial, las especificaciones técnicas, el diseño de drenajes menores, el diseño de estabilización de taludes el diseño del paquete estructural seleccionado para los accesos, y la elaboración de los planos constructivos. También se debe incluir en este informe la presentación del sumario de cantidades preliminar (renglones y cantidades). Ver detalle en punto N°3.2 de este documento.

Es indispensable obtener la aprobación de este informe por parte de la Administración antes de continuar con la elaboración del Informe Final.

## **2.3 Informe Final.**

En términos generales, incluye la realización del sumario de cantidades final y elaboración del presupuesto con sus respectivas memorias de cálculo de cantidades, así como el inventario forestal para evaluación ambiental.

## **2.4 Revisiones.**

Para la revisión de todos los informes, el contratista deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Todos los resultados de los informes deberán venir respaldados con memorias de cálculo claras, que permitan dar seguimiento a los procedimientos utilizados, por lo que se deberán incluir todos los datos de entrada y ecuaciones con el detalle y explicación de las variables utilizadas, así como la explicación de las limitaciones y consideraciones para diseño.

Las memorias de cálculo presentadas, al igual que los planos constructivos y demás informes (tanto los informes de avance como el final), deberán contener índice y numeración de hojas incluyendo el total. Todos los informes deberán estar divididos en capítulos, que correspondan con cada uno de los estudios realizados.

2. Todos los cálculos e información incluida en dichos documentos, memorias y planos constructivos serán responsabilidad del contratista. Todos los cálculos informáticos deberán ser entregados en formato digital, en el mismo lenguaje computacional utilizado para realizar los análisis (no .PDF), de modo que, con la información anterior, la Administración sea capaz de realizar nuevamente todas las corridas de los modelos y demás análisis con fines de verificación.

3. Según aplique, el contratista deberá prever en sus diseños, la existencia de tuberías de fibra óptica, teléfono, acueductos, alcantarillados y demás servicios públicos dentro del derecho de vía. Para esto, deberá presentar todas las gestiones realizadas con cada institución que suministra los servicios y utiliza el corredor en estudio e incluir dentro de la topografía, la ubicación de todos los servicios que afectan los trabajos solicitados.
4. Es obligación del contratista contar con el profesional responsable del diseño de cada una de las áreas técnicas involucradas en los distintos informes al momento de celebrar cualquier reunión para discutir criterios técnicos. No se aceptará un representante ni asistente de este profesional.

En caso de incumplimiento, CORBANA está en derecho de cancelar la reunión y reprogramarla si lo considera procedente, sin menoscabo de aplicar las multas o sanciones que correspondan según el cartel de la contratación.

### **3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS INFORMES**

#### **3.1 Informe de Avance N° 1: “Diseño preliminar de estructura de drenaje mayor y sus accesos”.**

En este informe se deberá presentar:

- Informe de cada uno de los estudios preliminares solicitados y realizados.
- Anteproyecto para el puente, que deberá considerar y contener como mínimo: ubicación de la estructura en planta sobre la información de topografía suministrada, sección longitudinal de la estructura propuesta con las respectivas protecciones contra erosión y socavación sobrepuesta a las secciones topográficas del cauce justo aguas arriba y aguas abajo de la estructura (según corresponda), geometría completa de la estructura (sección transversal acorde al punto de geometría), detalles de subestructura con su respectiva fundación, accesos de aproximación con su respectiva readecuación para la obra nueva, la sección típica de la carretera, entre otros que se requieran para definir por completo la solución propuesta.
- Diseño geométrico de los accesos a la estructura propuesta, según lo solicitado en el apartado correspondiente.
- Los archivos en 3D y planos a presentar deberán ser a escala apropiada, de modo que sea posible leer claramente la información previamente suministrada por la Administración. Como mínimo, se deberá incluir la topografía del sitio, con curvas de nivel al menos cada cincuenta centímetros, cuyas elevaciones sean legibles. Además, en la vista mostrada en los planos se deberá incluir todas las estructuras existentes indicadas en la topografía de referencia compartida, incluyendo puentes o alcantarillas, señalándose qué es cada elemento mostrado, así como su condición (si son por conservar, demoler o construir). Para cada caso, se deberá indicar claramente el nombre del río o quebrada mostrado, la dirección del flujo y en la sección bajo el puente vehicular, el nivel máximo que alcanzará el agua para la avenida de diseño con un período de retorno de 100 (cien) años. Tanto ese nivel como la longitud tentativa de la estructura propuesta, entre otras dimensiones de importancia, deberán acotarse claramente y a escala en los planos constructivos.
- Descripción y respaldo de la solución propuesta, el contratista deberá indicar por escrito para la estructura, los criterios que lo llevaron a definir la solución propuesta, de manera tal que se demuestre que dicha estructura está acorde a lo requerido y es segura ante los eventos para los cuales se debe diseñar.

### 3.1.1. Estudios preliminares

#### 3.1.1.1 Levantamiento topográfico.

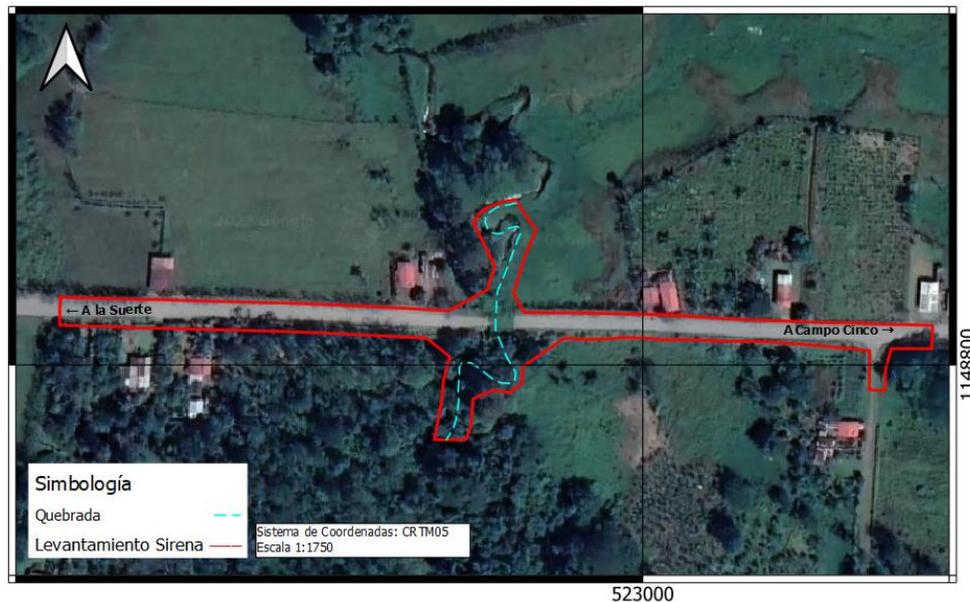
Para este proyecto en particular, CORBANA suministrará al contratista la información de topografía levantada por el CONAVI como insumo de referencia; sin embargo, esta contratación no se limita a la utilización única de dicho recurso; ya que, si una vez iniciado el contrato se detecta algún cambio en la zona respecto a la información ya levantada, el contratista deberá contemplar la posibilidad de realizar cualquier modificación o actualización a la información brindada y, de ser necesario, adicionará en su informe lo faltante o modificado. No obstante, las actualizaciones no se contabilizan dentro de ningún reglón de pago de topografía y están sujetas a comunicación, comprobación y aprobación por parte de la Administración.

A continuación, se detallará el levantamiento realizado por el CONAVI:

#### Alcance de levantamiento de detalles en Quebrada Sirena:

El levantamiento de detalles realizado por el CONAVI abarca 208 (doscientos ocho) metros antes del inicio del puente sobre Quebrada Sirena, en sentido Campo Cinco - La Suerte, 6 (seis) metros de puente existente y concluye 209 (doscientos nueve) metros después del final del puente. Adicional a esto, por existir una confluencia de calles, se levantó 25 (veinticinco) metros de la calle que conforma dicha confluencia.

Por otra parte, la información bajo la estructura del puente y cauce de la quebrada, se obtuvo mediante un levantamiento y nivelación en un tramo de 100 (cien) metros aguas arriba y 100 (cien) metros aguas abajo, tomando secciones transversales cada 10 (diez) metros, con puntos tanto bajo el nivel de agua como fuera de éste, ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.2**



**Figura N° 2** Vista general de levantamiento topográfico sobre Quebrada Sirena que se suministrará al contratista.

Al contratista se le suministrará el archivo en formato DWG compatible con AutoCAD Civil 3D con

la información del levantamiento topográfico realizado por CONAVI, junto con sus respectivas láminas de topografía en formato .PDF.

#### **Puntos Amojonados por la Administración:**

Los mojones fueron establecidos con una distancia mínima entre mojones de 50 (cincuenta) metros y una distancia máxima entre mojones de 250 (doscientos cincuenta) metros. Están ubicados en sitios visibles, de fácil acceso y con visibilidad entre ellos; colocados en sitios con un horizonte visual despejado; los mojones se colocaron a ambos lados del puente, ubicados fuera del corredor vial, de manera que se garantice su permanencia antes, durante y después del proceso constructivo.

El proyecto cuenta con el amojonamiento de 4 (cuatro) puntos establecidos mediante una estructura de concreto de 20 (veinte) centímetros de ancho, 20 (veinte) centímetros de lado y 60 (sesenta) centímetros de profundidad. El punto de referencia se encuentra establecido mediante un tornillo de carrocería de 2,5 (dos coma cinco) centímetros de diámetro, la parte central está grabada con un punto y se encuentra empotrado 10 (diez) centímetros en el bloque de concreto. Los mojones están expuestos máximo 5 (cinco) centímetros sobre la superficie del terreno y se realizó una limpieza de maleza de 2 (dos) metros radiales con el mojón como centro.

Para estos mojones, la Administración suministrará fichas con la información necesaria para su localización en campo. Entre estos mojones existe una poligonal cerrada, además de nivelación de precisión y georreferenciación de todos los puntos amarrados al sistema CR-SIRGAS.

En caso de que, en el momento de la ejecución del contrato, el contratista requiera información adicional para amarrar el levantamiento suministrado por la Administración, con algún levantamiento complementario o de actualización elaborado por él, deberá ejecutar todas las labores que sean necesarias para empatar ambas topografías y presentar a la Administración los estudios básicos y diseño requeridos.

Dado el caso, una vez emitida la Orden de inicio del proyecto, se contará con 5 (cinco) días hábiles para coordinar y programar una visita al sitio, en la que, de forma conjunta el contratista y la Administración, verificarán la existencia o falta de los 4 (cuatro) mojones construidos por el CONAVI para el proyecto y la condición inicial de la topografía entregada. Dicha visita deberá ser documentada, mediante una minuta o reporte escrito que cuente con fotografías con las que se comprueba el estado de estos mojones al inicio del proyecto. En este momento la Administración emitirá la aprobación de la cantidad de mojones que se sustituirán en sitio -en caso de ser necesario-, y esta será la cantidad de “mojones de reemplazo” que se pagarán. Para esto se contarán con otros 5 (cinco) días hábiles, por lo que estos plazos deben ser considerados por el contratista en el programa de trabajo.

#### **Levantamiento de detalles:**

Para esta contratación se suministrará al contratista el levantamiento de detalles realizado por el CONAVI descrito al inicio de la sección de topografía. Estos detalles están compuestos por la nube de puntos de los objetos naturales y artificiales existentes (con su correspondiente descripción), el dibujo de la planimetría de los detalles, el modelo digital del terreno con un intervalo de curvas a cada 0,50 (cero coma cincuenta) metros y su debida rotulación. Además, se proporciona una lámina del plano de topografía, láminas de perfiles longitudinal y transversales a cada 10 (diez) metros de la carretera, láminas de perfil transversal del puente, láminas de perfil longitudinal y transversales a cada 10 (diez) metros del cuerpo de agua, tomando como línea de centro el eje del río (talweg) y una lámina de los servicios públicos existentes, en formato .PDF y .DWG.

Si algún elemento del levantamiento suministrado difiere apreciablemente de lo hallado in situ al momento de la ejecución de las tareas contratadas, el contratista informará a CORBANA para que ésta, en coordinación con el CONAVI, proceda a comprobar y aprobar el cambio pertinente. Esta condición deberá ser comunicada al inicio del contrato.

#### Aporte del contratista

En el caso de comprobarse la necesidad de una extensión al levantamiento de detalles, se podrá realizar desde una poligonal cerrada previamente establecida y corregida utilizando sus vértices como puntos de radiación o mediante GNSS topográfico apto para levantamientos de detalles utilizando como línea base los pares de mojones establecidos más cercanos a la zona de interés del levantamiento de detalles. Si se utiliza metodología GNSS (entiéndase RTK en postproceso o no, si la toma de información se hace en modo “fijo”) se deberá suministrar los datos crudos de este tipo de levantamiento, así como el reporte de ajuste cuando corresponda.

Solo para el caso de modificaciones a la información suministrada, el contratista deberá actualizar los archivos en formato .PDF y .DWG del plano de topografía, perfiles longitudinales y transversales de la carretera, puente y cuerpo de agua, así como la lámina de servicios públicos existentes y adjuntar éstas a la documentación que debe presentar para el informe n°1.

#### **3.1.1.2 Afectaciones y/o posibles expropiaciones**

**Lo solicitado en este apartado deberá ser entregado en la etapa del diseño preliminar e incorporado en las láminas que se entreguen de diseño preliminar y definitivo, por lo que sí forma parte de lo contratado. Una vez aprobado, debe continuar colocándose en todas las plantas de diseño geométrico e hidráulica/drenajes menores.**

Se proporcionará el estudio catastral y registral de todas las propiedades colindantes con el proyecto, presentando planos catastrados, estudio registral de todas las propiedades en formato .PDF legible.

Para este proyecto se suministrará al contratista un mosaico catastral, en formato DWG compatible con AutoCAD Civil 3D y en formato .PDF legible, el cual contendrá el montaje de planos de catastro y los elementos planimétricos representativos del derecho de vía y línea de propiedad. Los predios tendrán un identificador predial, un número consecutivo, número de plano y número de finca dentro de ellos. En el caso de que no se logre obtener el número de plano o finca, se indicará únicamente el identificador predial.

#### Aporte del contratista

Será obligación del contratista, una vez emitida la Orden de inicio del proyecto, verificar la conformación del mosaico catastral suministrado, así como actualizar los polígonos del montaje, las imágenes de los planos de catastro, los estudios catastrales y/o registrales, para los casos donde se evidencien cambios en la composición de las fincas descritas.

De requerir actualizar la información suministrada, el contratista deberá buscar toda la información oportuna (planos de catastro y estudio registral) en las Municipalidades, Catastro Nacional, Registro Inmobiliario de la Propiedad y cualquier institución que considere pertinente. Esto tomando en consideración que los montajes de planos se hacen basados en diferentes variables como lo son: levantamiento de frentes y fondos, referencia a esquina según plano, derecho de vía indicado en plano y/o derecho de vía dado por el MOPT, ubicación geográfica y, si está disponible, ortofoto.

El mosaico catastral suministrado y verificado previamente, deberá volverse a presentar actualizado – de ser necesario- e incorporando además el montaje del diseño geométrico preliminar y/o diseño geométrico definitivo del proyecto. En caso de existir afectaciones a propiedades colindantes se deberá representar el área de manera gráfica (*Hatch*). Se espera entonces una lámina en formato .PDF legible con los elementos del montaje catastral y la indicación de las áreas afectadas (gráficamente mediante *hatch* y tablas resumen de áreas de afectación), así como todo elemento diseñado. De la misma forma, se espera el archivo en formato .DWG compatible con AutoCAD AutoCAD Civil 3D presentado de forma análoga.

Aunque se pretende desarrollar el proyecto en el derecho de vía disponible, en caso debidamente justificado, se deberán determinar las áreas a expropiar por parte del topógrafo encargado, por lo que éste debe comprobar y delimitar el espacio que es propiedad privada y el espacio que es de uso público.

La determinación de los límites de la propiedad privada y en consecuencia sus colindancias, como las vías públicas, se debe realizar como lo indica el Artículo N°297 del Código Civil que dicta: “se debe realizar la demarcación de linderos conforme a los títulos de cada uno, y a falta de títulos suficientes para el caso, conforme a lo que resultare de la posesión en que estuvieren los confinantes”, nótese que en la ley citada se refiere a los títulos, es decir la información catastral y registral en verdadera concordancia y debidamente inscrita según el Artículo N°267 de Código Civil: “Para que la propiedad sobre inmuebles surta todos los efectos legales, es necesario que se halle debidamente inscrita en el Registro General de la Propiedad” y Artículo N°18 de la ley del Catastro Nacional: “Deberá darse una verdadera concordancia entre la información del Registro Público y la del Catastro”.

La determinación del espacio de vía pública al frente de las propiedades que se vean afectadas se determina por medio del derecho de vía que es la distancia entre líneas de propiedad y poseen la característica de ser “Inalienables e imprescriptibles y por lo tanto, no podrá constituirse sobre ellas hipoteca, embargo, uso, usufructo ni servidumbre en beneficio de una persona determinada, en los términos del derecho común...” según el Artículo N°5 de la Ley de Construcciones, es por esta razón que no debe ser parte del área afectada sin obviar el hecho de que también es bien de uso público.

De manera que el profesional responsable del levantamiento topográfico debe determinar los límites de la propiedad privada y el derecho de vía con la información catastral y registral que le corresponde a este inmueble y el plano catastrado debe tener una verdadera concordancia con la información registral y viceversa. Cabe resaltar que lo mencionado anteriormente depende de la labor y responsabilidades del topógrafo en virtud los Artículos N°18, 19 y 21 del Reglamento a la Ley de Catastro Nacional N°34331.

Una vez aprobado el mosaico catastral, se deberá incorporar en todas las láminas de diseño geométrico e hidráulica/drenajes menores, para la corroboración de posibles afectaciones.

### **3.1.1.3 Informe topográfico.**

Al finalizar las labores de topografía se deberá entregar un informe impreso que incluya la explicación detallada de cada procedimiento realizado para obtener los productos y al menos lo que se detalla a continuación, teniendo claro que se trata de una guía y de ninguna manera representa una restricción para llevar a cabo aquellas tareas que resulten necesarias para el logro del objeto contractual.

1. Descripción detallada de las actividades y metodología de trabajo aplicada en la verificación del mosaico catastral, el montaje del diseño geométrico y la determinación de posibles expropiaciones.
2. Descripción de todos los trabajos ejecutados aparte de lo relativo al mosaico catastral, el montaje

del diseño geométrico, la determinación de posibles expropiaciones y adicional integrar una tabla que refleje las fincas y posibles áreas a expropiar.

**Toda entrega deberá ser completa, aun cuando se trate de correcciones de informes parciales o finales.** Finalmente, las entregas deberán seguir la estructura de directorios que se encuentra en el Apéndice A, sección 2. Como complemento, con la finalidad de que el contratista pueda verificar previo a la entrega de los informes, los criterios con los que la Administración evaluará cada producto se adjuntan en el Apéndice B, todos los entregables mínimos para esta contratación.

### 3.1.1.2 Estudios y diseños en hidrología e hidráulica.

Se deberá elaborar los estudios necesarios a partir de los cuales se realice el diseño hidráulico de las estructuras que forman parte del proyecto y que así lo requieran para su correcto funcionamiento. Para el paso de vías sobre cauces, se considerará la posibilidad de socavación y, en caso de que esta valoración resulte afirmativa, deberá llevarse a cabo el diseño de las medidas necesarias para proteger la estructura.

A continuación, se presentan los principales requerimientos mínimos, los cuales se pueden complementar con el producto de otros aspectos adicionales recomendados por el profesional a cargo de estos trabajos, según las particularidades de cada caso.

Sobre la base de sus propios estudios, el Contratista deberá realizar los diseños necesarios para determinar el tipo y dimensiones de las estructuras requeridas, de modo que se optimice la solución propuesta; esto considerando aspectos técnicos, económicos, ambientales, entre otros, según aplique.

El resultado del proceso de diseño y el desempeño futuro de las estructuras serán responsabilidad del contratista de forma exclusiva. Pese a lo anterior, se deberá contar con validación por parte de la Administración para continuar avanzando en cada una de las etapas del proyecto, por lo que podrían surgir consultas y correcciones que deberán ser atendidas por el profesional responsable.

#### **i. Aspectos generales por cumplir para los estudios hidrológicos e hidráulicos.**

- a. Todos los resultados en los informes que deberá presentar el contratista deberán venir respaldados con memorias de cálculo claras, legibles y repetibles con el fin de que permitan dar seguimiento a los procedimientos utilizados, de allí que se deberán incluir todos los datos de entrada y ecuaciones utilizadas, así como la explicación de las limitaciones y consideraciones para diseño.
- b. Tanto las memorias de cálculo como los planos constructivos y demás informes que contengan información relacionada con hidrología e hidráulica deberán contener índice y numeración de hojas incluyendo el total, además de presentarse firmados por el profesional responsable especialista en dichas áreas, quien deberá ser la misma persona registrada en el contrato del proyecto.
- c. El profesional responsable del diseño en las áreas de hidráulica e hidrología deberá estar presente en todas las reuniones que se celebren con la Administración, cuando se traten temas atinentes a su área de especialidad. El incumplimiento de esta indicación podrá acarrear multas o sanciones de conformidad con los términos del cartel de la contratación.
- d. Se deberá utilizar para la determinación del volumen e intensidad de precipitación datos de estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la cuenca de interés o en sus cercanías. En caso de escasez de información se permitirá la regionalización de datos hidrometeorológicos de otras cuencas similares con la metodología que, a criterio del profesional responsable, se considere adecuada, debiendo

justificar su escogencia.

- e. El contratista podrá escoger la manera en la que correlaciona la precipitación con el caudal, sin embargo, deberá justificar su elección dejando constancia del método empleado y las variables consideradas en un archivo digital que debe ser entregado junto con los demás productos derivados de la ejecución de los estudios básicos que conforman los entregables del Informe N°1. En caso de que se utilice un único coeficiente de escorrentía éste debe ser ponderado de acuerdo con los diferentes tipos de cobertura y su proporción dentro del área de estudio.
- f. El contratista podrá utilizar modelos computacionales para hacer sus estimaciones y respaldar los diseños. Es necesario que indique los datos de entrada, el tipo de modelo utilizado y la información de salida, así como las limitaciones del programa y su aplicabilidad al caso en que se está utilizando, incluyendo un resumen del procedimiento de cálculo realizado por la aplicación y un análisis de los parámetros empleados en el proceso. Según aplique, se deberán realizar las calibraciones correspondientes utilizando registros históricos o evidencia del sitio.
- g. Todos los cálculos utilizando sistemas informáticos deberán ser entregados en formato digital, en el mismo lenguaje computacional utilizado para realizar los análisis (no .PDF), de modo que, con la información anterior, la Administración sea capaz de replicar lo presentado con fines de validación.
- h. El contratista deberá utilizar la información meteorológica más actualizada y precisa que existe en el país para el sitio en estudio, según el alcance fijado para el proyecto, en aplicación de las buenas prácticas de la ingeniería.

En caso de que no se cuente con información disponible de forma gratuita, ésta deberá ser comprada al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, la Universidad de Costa Rica (UCR) o cualquier otra institución a cargo de la medición o manejo de la información requerida (sea para la estimación de precipitación y/o caudales pico de escorrentía, la calibración de los modelos computacionales utilizados, entre otros). Esta información base completa, deberá ser entregada como parte de la memoria de cálculo; al igual que todas las memorias y hojas de cálculo en digital, al igual que los archivos completos de los modelos computacionales en el lenguaje utilizado para realizar los análisis. Además, se deberá garantizar que las estaciones utilizadas para el estudio hidrológico son representativas para la zona en estudio.

**CORBANA dispone de una red de estaciones meteorológicas automáticas y telemetradas (Programa BANACLIMA) en la región atlántica, que cuenta con estaciones en la región donde se ubica el proyecto. El contratista podrá solicitar esta información para los métodos de transformación de precipitación – escorrentía a utilizar durante la creación de los modelos hidrológicos.**

**Se recuerda que es deber del contratista utilizar toda la información disponible en la región para proporcionar un producto de mejor calidad.**

Las tuberías de sección circular que se recomiende colocar para el manejo de aguas pluviales serán de concreto reforzado clase III o superior (según resultado de análisis de cargas), con uniones mediante empaques de hule, según la normativa vigente y deberá especificarse el tipo de cama y recubrimiento sobre la corona del tubo. Esto de acuerdo con el diseño del conducto, características del sitio y recomendación del fabricante.

- i. La definición del uso del suelo para el estudio hidrológico deberá considerar el crecimiento futuro en

el área construida y demás modificaciones que se estime para este aspecto, durante la vida útil del proyecto. Se deberá utilizar una metodología adecuada, siendo posible basarse en lo establecido en el plan regulador para la zona, en caso de existir.

- j. Se deberán atender necesidades de diseño para aspectos relacionados con otras áreas de ingeniería que surjan como resultado de los diseños obtenidos de este proceso. Tal es el caso de áreas como topografía, diseño geométrico, geotecnia, pavimentos, diseño estructural, entre otras. Con respecto al diseño estructural, se deberá entregar para validación su respectiva memoria de cálculo e incluir los detalles constructivos correspondientes en los planos del proyecto. Se exceptúan las tuberías y demás elementos que cumplen con normas vigentes, como por ejemplo INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica) o las estructuras contenidas en los documentos de detalles estándar vigentes y debidamente oficializados. La Administración podrá solicitar las memorias de cálculo que justifiquen su diseño estructural, sin embargo, de oficio se debe presentar para las de mayor tamaño (diámetro interno mayor a 1,50 m), incluyendo alcantarillas de cuadro.
- k. En caso de, que los resultados de los estudios realizados demuestren que es necesaria la construcción de estructuras para el manejo de aguas dentro de propiedades privadas, se deberá indicar el área necesaria por expropiar, tanto en las láminas que se realicen específicamente para expropiaciones, como en los planos en planta de las estructuras para manejo de aguas pluviales, donde se muestren dichas estructuras propuestas. Además, deberá notificarse a la Administración con el fin que defina si será posible llevar a cabo las expropiaciones o si por el contrario, se requiere que el Contratista brinde soluciones que no las contemple.
- l. Los sistemas para conducción de aguas que la Administración solicita diseñar y posteriormente construir, son solamente para aguas de lluvia (pluviales) y deberán ubicarse dentro del derecho de vía de las rutas nacionales. En caso de detectarse aguas servidas en los sistemas de dichas vías, deberá notificarse a la Administración, con el fin que se proceda según corresponde, informando al Ministerio de Salud.
- m. Según aplique, el contratista deberá prever en sus diseños, la existencia de tuberías de fibra óptica, teléfono, acueductos, alcantarillados y demás servicios públicos dentro del derecho de vía de las rutas nacionales. Para esto, deberá presentar las gestiones realizadas con cada compañía que suministra los servicios y utiliza el corredor en estudio e incluir dentro de la topografía, la ubicación de todos los servicios que afectan los trabajos solicitados.

NOTA: Se estima en un mes el tiempo necesario para el proceso de compra de la información hidrológica; por lo tanto, el contratista debe tomar en cuenta este plazo a la hora de realizar su programación. Para el momento en el cual se inicie el estudio hidráulico, es necesario contar con el modelo de elevación digital del sitio en estudio, basado en la topografía procesada según se solicita en estos términos.

## **ii. Tipos de estructuras para drenaje**

Con el fin de simplificar la información, las estructuras para el manejo de aguas pluviales se han agrupado en las siguientes categorías:

- **Drenajes mayores:**

El puente de la Ruta Nacional N°249 sobre la quebrada Sirena deberá analizarse como drenaje mayor, según se solicita en los apartados correspondientes de este documento.

- **Drenajes menores:**

Se consideran como drenajes menores todas las estructuras para manejo de aguas pluviales en el tramo de la vía por intervenir para las aproximaciones al puente, según se especifica en el apartado de diseño geométrico.

En este caso, los drenajes menores comprenden el diseño de alcantarillados pluviales de tipo rural.

### **3.1.1.2.1 Estudio general hidráulico para drenajes mayores.**

En este apartado se describen los estudios relacionados cuyo propósito es el dimensionamiento de estructuras para el paso de la vía sobre cauces naturales.

- **Estudio hidrológico**

El estudio hidrológico deberá contemplar, sin perjuicio de algún otro aspecto que el contratista o la Administración consideren oportuno incluir, los análisis que se enlistan enseguida:

- **Estimación del volumen e intensidad de precipitación**

Se deberá utilizar para la determinación del volumen y la intensidad de precipitación, datos de estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la cuenca de interés o en sus cercanías. En caso de escasez de información se permitirá la regionalización de datos hidrometeorológicos de otras cuencas similares, con la metodología que, a criterio del diseñador, se considere adecuada mediante la correspondiente justificación.

Deberá considerarse, entre otros aspectos, la distribución temporal de la lluvia en la zona. **Se recuerda que CORBANA cuenta con una red de estaciones meteorológicas automáticas y telemetradas (Programa BANACLIMA) en la región Atlántica, cuya información puede ser solicitada por el contratista a fin de determinar la distribución temporal de la tormenta característica según la duración (tormentas de larga, media o corta duración).**

El contratista deberá contemplar en su flujo de trabajo, el tiempo que conlleva el procesamiento de los datos para generar la información referente a la distribución temporal de la lluvia en la zona, de forma que se considere dentro de la propuesta de plazo.

Los datos recopilados serán utilizados para elaborar hietogramas característicos, cálculo del volumen de precipitación y las curvas de intensidad-duración-frecuencia para los periodos de retorno solicitados.

- **Caracterización física de la cuenca**

Con la finalidad de describir la cuenca de interés de la mejor manera para la modelación hidrológica, el contratista deberá determinar todos los parámetros que considere fundamentales para estimar la avenida máxima y verificar el comportamiento de respuesta de la cuenca con los periodos de retorno solicitados.

Deberá incluirse al menos la determinación de los siguientes parámetros:

1. Delimitación del área y el perímetro de drenaje mediante el trazado de la divisoria de aguas.
2. Longitud del cauce principal.
3. Longitud total de cauces.

4. Elevación máxima del cauce.
5. Elevación mínima del cauce al punto de control.
6. Pendiente media del cauce principal.
7. Índice de compacidad (Índice de Gravelius).
8. Densidad de drenaje.
9. Número de orden.
10. Rectángulo equivalente de la cuenca.

- **Elaboración del modelo de transformación de precipitación-escorrentía**

El método utilizado para correlacionar la precipitación con el caudal debe ser justificado por el contratista, quien deberá dejar constancia del método empleado y las variables consideradas en un archivo digital que debe ser entregado a CORBANA junto con el informe solicitado en esta contratación.

El contratista deberá indicar, expresamente, el marco teórico de la metodología empleada, así como el detalle de las ecuaciones y variables utilizadas y las limitaciones de los métodos escogidos, justificando su aplicabilidad para el caso de estudio.

Se debe entregar además del modelo de precipitación-escorrentía supra citado, los hidrogramas de las avenidas correspondientes con los periodos de retorno solicitados. El contratista deberá señalar expresamente qué modelo computacional se utilizó, y su versión, de forma que la Administración pueda reproducir con la información detallada del informe, el proceso de obtención de los resultados si así resultare requerido.

Adicionalmente, el contratista deberá entregar la información que sea adquirida de estaciones medidoras de lluvia, caudales u otros, de forma completa y tabulada, indicando el valor de cada dato en caracteres numéricos, tal y como fueron adquiridos a la institución proveedora de los datos climáticos correspondiente. Además, deben suministrarse memorias de cálculo (tanto escritas como en formato digital), que permitan dar seguimiento a todos los análisis y cálculos realizados. Esto deberá incluir los archivos de hojas de cálculo, programas computacionales y demás información utilizada.

En cuanto a los drenajes menores, debe presentarse la estimación de cada uno de los valores de caudal que entran al sistema a lo largo de todo el tramo de vía y que son requeridos para el diseño de las estructuras propuestas para el manejo de aguas o el paso de cauces bajo la carretera. Es importante que quede debidamente demostrado que la metodología utilizada es aplicable para los casos analizados.

- **Datos de partida**

Se deberán estimar los niveles y velocidades máximas para las avenidas de diseño que sean seleccionadas. En caso de que no se disponga de información gratuita, el Contratista deberá comprar los datos de las estaciones medidoras que presenten la serie de datos más recientes con que se cuenta en el país y que se ubiquen más cercanas a la estructura por analizar desde el punto de vista hidráulico. Para este proyecto se ofrece al contratista, la posibilidad de proporcionar información de la red de estaciones meteorológicas del Programa Banaclima de CORBANA, mediante la solicitud previa del contratista que resulte adjudicatario.

A partir de la adquisición de información de lluvia, el contratista deberá implementar alguna metodología reconocida y validada para la transformación de lluvia a escorrentía mediante una. El método utilizado para correlacionar la precipitación con el caudal, debe ser justificado por el contratista, quien deberá dejar constancia del método empleado y las variables consideradas en un archivo digital que debe ser entregado a CORBANA junto con el informe de parámetros hidráulicos para diseño solicitado en esta contratación.

Es de especial interés que se incluya en el análisis de los registros meteorológicos aquellos valores excepcionales correspondientes con eventos extremos como tormentas o huracanes, pues éstos aportan datos que contribuyen a depurar la modelación que deberá hacer. Además, resulta importante aportar toda la evidencia posible sobre niveles que se han alcanzado durante tales eventos, utilizando como base registros, fotografías o testimonios de vecinos, de modo que sea posible contar con mayor criterio para valorar los resultados de los modelos utilizados en el estudio solicitado.

Otros datos de partida son la cartografía, fotografías aéreas recientes, mapas de usos de suelos y geológicos de las cuencas objeto del estudio.

En caso necesario, el Contratista podrá solicitar a la Administración, la confección de un oficio donde se hace constar que la institución dueña de la infraestructura por construir y que requiere la información que se solicita comprar, es el Consejo Nacional de Vialidad a través de una contratación ejecutada por CORBANA, bajo la modalidad de convenio específico.

La información que sea adquirida de estaciones medidoras de lluvia, caudales u otros, deberá entregarse completa y tabulada, indicando el valor de cada dato en caracteres numéricos, tal y como fueron adquiridos a la institución proveedora de los datos climáticos correspondiente. Además, deben suministrarse memorias de cálculo (tanto escritas como en formato digital), que permitan dar seguimiento a los análisis y cálculos realizados. Esto deberá incluir los archivos de hojas de cálculo, programas computacionales y demás información utilizada.

- **Estudio de cuencas.**

Para los análisis es necesario incluir la delimitación de las cuencas tributarias hasta cada una de las estructuras para manejo de aguas pluviales. Con el fin de demostrar la correcta delimitación, se debe utilizar un sistema de información geográfica (SIG), que permita sobreponer la delimitación de cuencas sobre las hojas cartográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Las curvas de nivel deben mostrarse con su elevación clara y a escala apropiada; además comprender una extensión mayor a la cuenca delimitada, de modo que permita demostrar que la delimitación es apropiada. Puede utilizarse un levantamiento topográfico más preciso que las hojas cartográficas disponibles, como complemento a la información de dichas hojas. Para esto se recomienda verificar la información contenida en la página [www.snitcr.go.cr](http://www.snitcr.go.cr), con el fin de constatar que se esté utilizando la más precisa en cuanto a curvas de nivel o demás datos complementarios descargados ahí de manera gratuita. La delimitación también podrá realizarse sobre fotografía aérea georreferenciada, siempre que ésta permita una mejor interpretación de las condiciones de la cuenca, pero siempre incorporando curvas de nivel y la indicación de algunos puntos de referencia.

En caso de que la cartografía existente no tenga la precisión necesaria para demostrar una delimitación de cuencas tributarias en el sitio, se deberán tomar puntos como parte de la topografía del proyecto, en las partes de la cuenca donde se requiera para justificar su correcta definición; esto puede ocurrir en sitios con muy poca pendiente.

Se deberán utilizar fotografías aéreas recientes, donde se delimite claramente el uso del suelo, de modo que, según se requiera, sea posible la ponderación del coeficiente de escorrentía, el número de curva o el coeficiente que corresponda, para tomar en consideración este aspecto cuando se realice la estimación de caudales, a partir de precipitación. Adicionalmente, se deberá realizar una proyección de la variación en el uso del suelo a lo largo de la vida útil de la estructura siendo diseñada. Para esto, se pueden tomar en consideración planes reguladores o indicadores basados en estadísticas. Para la

estimación del caudal de diseño, los coeficientes correspondientes al uso del suelo que se deberán utilizar son los valores estimados para el final de la vida útil del proyecto. **De este modo, el modelado hidráulico de la estructura deberá ser utilizando el caudal proyectado para el final de la vida útil del proyecto.**

Para las cuencas en estudio, se deberán indicar sus principales características, entre las cuales cabe mencionar las áreas de cada una de las sub cuencas hasta donde se proponga colocar cada una de las estructuras, así como el estacionamiento aproximado, dentro del proyecto, del sitio donde se colocará dicha estructura.

- **Período de retorno para diseño.**

El diseño hidráulico de las estructuras para el paso de las vías sobre cauces naturales mediante puentes donde sus bastiones y pilas (si las hay) no son un mismo elemento integrado con su losa deberá llevarse a cabo para caudales pico de diseño a partir de una avenida asociada con un período de retorno de 100 (cien) años. En el caso de caudales estimados a partir de la transformación precipitación-escorrentía, se asumirá que el período de retorno será el mismo al del evento de precipitación. Se podrán hacer excepciones, aceptándose períodos de retorno menores según condiciones específicas del sitio.

Para las alcantarillas transversales a la vía (*culverts*), donde los bastiones y la losa son un mismo elemento integrado, el período de retorno asociado será de 50 (cincuenta) años.

Tanto para puentes como alcantarillas transversales, dentro del análisis deberá incluirse una verificación de los niveles para avenidas de 2 (dos), 25 (veinticinco), 50 (cincuenta) y 75 (setenta y cinco) años de período de retorno adicional a lo solicitado en los párrafos anteriores; la cual deberá incluir diagramas o esquemas que permitan visualizar la ubicación de las estructuras propuestas y sobreponiendo la zona donde lleguen las aguas para cada caso. Para lo anterior, también deberá entregarse los modelos correspondientes pese a que el diseño será para un período de igual a 100 años.

En el caso de los drenajes menores longitudinales a la vía (en el sentido de la vía) que conforman sistemas de alcantarillado pluvial para el drenaje de las aguas de lluvia tanto de la calzada como las que llegan de terrenos adyacentes, su diseño será utilizando un período de retorno de 25 (veinticinco) años.

En caso de que el Contratista considere apropiado utilizar un valor distinto para determinado análisis o tipo de estructura, podrá hacerlo justificándolo debidamente.

- **Análisis de la información hidrológica y cálculo de caudales.**

El contratista deberá determinar el caudal, el nivel de la avenida máxima de diseño y sus velocidades en los principales puntos de interés, tanto en márgenes como en el punto de velocidad máxima. El nivel de la avenida máxima de diseño deberá estimarse específicamente en el sitio donde se colocaría cada una de las estructuras propuestas.

Para el cálculo de los caudales, se podrán seguir las recomendaciones, métodos y aplicaciones informáticas que se indican en las publicaciones específicas para el cálculo de caudales máximos en cuencas naturales, haciendo referencia a la bibliografía utilizada, en especial los documentos de libre acceso HEC y HDS, publicados por la Administración Federal de Carreteras (FHWA), Departamento de Transportes de los Estados Unidos e Instituto Nacional de Carreteras (NHI), disponibles en la página web [www.fhwa.dot.gov](http://www.fhwa.dot.gov).

Para los análisis que contemplen los métodos precipitación-escorrentía para la estimación de avenidas de diseño en cauces no instrumentados (sin medición directa de caudales), se permite el uso de análisis de frecuencia y ajuste de distribuciones de probabilidad para la estimación de magnitudes con sus periodos retorno asociados, así como la estimación del riesgo adoptado y la definición de tormentas de diseño.

La avenida de diseño será determinada con base en el análisis de series de precipitación, para lo cual se requiere de la estimación de la función de distribución de frecuencia de valores extremos que mejor se ajuste a los datos con el fin de definir los valores para determinado período de retorno

Además, el contratista deberá estimar el hietograma de las tormentas que sea representativo para las condiciones climáticas del sitio en estudio, así como los hidrogramas correspondientes a las avenidas asociadas a cada periodo de retorno analizado **utilizando la información disponible en la región**. Así será posible estimar el caudal por utilizar para el diseño de la estructura para drenaje mayor en estudio.

Se podrán elaborar curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) que permitan definir intensidades de precipitación para distintas duraciones y probabilidades de ocurrencia, utilizando información base apropiada que también deberá presentarse, respaldando mediante una memoria de cálculo detallada junto, con la hoja de cálculo digital utilizada.

Para la estimación de caudales pico de escorrentía, no se acepta el uso del método racional en cuencas con áreas mayores a 5,0 (cinco coma cero) km<sup>2</sup>.

El uso de la ecuación de Creager para estimación de caudales pico de escorrentía, solamente se aceptará como método alternativo de verificación o para traslados.

### **Capacidad hidráulica de las estructuras para drenaje.**

El Contratista deberá realizar e incluir dentro de la memoria de cálculo, de acuerdo con un criterio documentado, todos los estudios hidráulicos necesarios para el dimensionamiento y ubicación (tanto en planta como elevación) de las estructuras para manejo de aguas pluviales por construir. Esto se deberá realizar a partir de los caudales de diseño respectivos para cada estructura, utilizando el período de retorno indicado en cada caso, e incluyendo la revisión de todas las estructuras existentes por conservar, de modo que se recomiende la sustitución de todas las que no cumplan.

Se exceptúan las estructuras incluidas en los documentos de diseños de estructuras estándar aprobados por la Administración.

En el caso de los drenajes mayores, se deberá realizar **modelado hidráulico bidimensional (flujo en dos dimensiones espaciales)** para condiciones de **flujo no permanente y no uniforme**. Este modelo debe ser capaz de representar de manera fidedigna el tránsito de las avenidas máximas de diseño por el tramo de interés, así como también permitir la determinación de parámetros y resultados para el diseño del puente, como son los niveles de aguas máximas extraordinarias (NAME), la dirección y velocidad del flujo en el sitio del puente, la razón de cambio de la tabla de aguas y la duración de las avenidas.

En este caso el modelo hidráulico debe elaborarse por medio del programa de computadora para análisis de flujo bidimensional Iber, el cual es de libre acceso, estableciéndose como requisito la entrega de un archivo digital con el modelo hidráulico preparado, junto con el informe de parámetros hidráulicos de diseño solicitado en esta contratación.

El modelo hidráulico digital por entregar deberá contener todas las referencias y archivos de la

superficie modelada, usos de suelo, coeficientes de rugosidad, hidrogramas, así como cualquier otra referencia requerida para su adecuado funcionamiento.

Para corroborar que los resultados del modelado hidráulico sean consistentes con lo que realmente puede ocurrir en el sitio, es necesario realizar una corrida para un evento de lluvia importante que haya ocurrido en el pasado y del cual se tengan testimonios o registros del nivel que efectivamente alcanzó el agua, de modo que sea posible realizar una calibración del modelo utilizado.

- **Estudio de los cauces naturales:**

Para los pasos de la vía sobre cauces naturales, se deberá realizar un análisis de las condiciones de comportamiento de dicho cauce y su entorno. Según aplique en cada caso, deberá realizarse lo siguiente:

- a. Características generales del cauce, incluyendo descripción de la cobertura vegetal y uso del suelo.
- b. Condiciones hidráulicas: caudal, cota de la avenida máxima de diseño para los períodos de retorno solicitados y definición de los niveles de energía correspondientes. Para esto es necesario el modelado hidráulico de las estructuras propuestas en este documento de requerimientos y clasificadas como de drenaje mayor.
- c. Análisis de materiales en lechos y bancos, incluyendo muestreo orientado al estudio de socavación, en caso de que aplique realizar dicho estudio (según capítulo 8 del documento HEC-20).
- d. Estudio de socavación, en caso de que aplique, para la definición de la sección socavada del cauce con la estructura de drenaje mayor propuesta.

### **3.1.1.2.2 Estimación de socavación y erosión.**

En este apartado se describen los estudios y diseños para las estructuras de protección contra socavación y erosión que sean necesarias para la protección de las obras de drenaje correspondiente al proyecto.

Estos estudios se deberán realizar en caso de que se demuestre la posibilidad de afectación a las estructuras propuestas por construir producto de socavación y/o erosión. Además, comprenderá la definición a nivel de planos constructivos de las obras necesarias para su mitigación o prevención, pero demostrando su idoneidad en las memorias de cálculo correspondientes; al igual que cualquier modificación que sea necesaria a la obra de drenaje mayor propuesta por construir, lo cual se deberá realizar en coordinación con los diseñadores encargados de las demás áreas participantes.

El análisis de socavación y erosión deberá comprender todos los cálculos que justifiquen las obras propuestas, incluyendo los resultados obtenidos de las metodologías aplicadas en la memoria de cálculo respectiva, además, se deberá indicar claramente en los planos constructivos, el detalle de las obras que deben realizarse, así como su ubicación exacta, superpuestas a la topografía del sitio. Esto con el fin de evitar que ninguna de las obras propuestas por construir, como parte de este proyecto, sufra daños en el futuro debido a socavación o erosión por parte de cauces de agua.

El Contratista deberá seleccionar al menos dos metodologías distintas que sean aplicables de acuerdo con las condiciones del sitio del proyecto para estimar la socavación que podría producirse con la estructura de puente terminado, incluyendo en el análisis las mejoras propuestas para prevenir o mitigar la socavación. Se deben considerar los componentes de la socavación, distinguiendo entre la que se produce en condiciones de aguas claras y la de lecho vivo, además de la sedimentación o degradación del lecho, socavación por contracción del cauce y socavación local. Para esto se debe conocer la velocidad de la corriente, el tipo de sedimentos del lecho, entre otros.

Para la evaluación de las condiciones de socavación en el cauce analizado, tanto por sus condiciones propias, como por la colocación de la estructura propuesta, se puede utilizar al menos la metodología de la Administración Federal de Carreteras (FHWA, por sus siglas en inglés) del Departamento de Transportes de los Estados Unidos, con el apoyo de programas computacionales. En lo que aplique, se recomienda atender lo indicado en el documento HEC-18 (“*Evaluating Scour at Bridges*”).

Es necesario presentar el análisis de materiales en lechos y bancos, incluyendo una descripción general de la geología. Deberán tomarse muestras especiales para la caracterización del material de fondo del cauce, orientadas a la elaboración del estudio para estimación de la posibilidad de socavación a las estructuras por construir. Para esto, el contratista deberá justificar el procedimiento mediante el cual llevó a cabo dicha toma de muestras, ya sea por el método de la cuadrícula o alguno aceptable para este fin. Con las muestras recolectadas deberán realizar granulometrías y demás análisis que considere pertinentes para el diseño de las estructuras de protección propuestas. Esto en atención a los procedimientos indicados en el documento HDS-06 (“*River Engineering for Highway Encroachments*”), en especial el capítulo 3.

El resultado final de estos análisis, será el perfil socavado del cauce superpuesto sobre el perfil original (antes de la socavación estimada), incluyendo la ubicación de las estructuras propuestas (bastiones, pilas, cimentaciones), con el objeto de determinar su efecto y que el contratista ajuste la profundidad de desplante recomendada para fundaciones, o en su defecto, cambie la posición de la estructura propuesta (previa solicitud de aprobación por parte de la Administración ).

No se aceptará que el contratista recomiende para la construcción de cualquier estructura de protección, el material en el cauce del río, ya que, por lo general, este es parte del acorazamiento natural del mismo y removerlo podría generar un aumento en las profundidades de socavación.

Para las estructuras a las cuales el contratista no considere necesario realizar este tipo de análisis, deberá justificarlo debidamente para cada caso, pero la Administración, podrá solicitarlo expresamente para las que aun así considere pertinente que se les realice.

### 3.1.1.3 Estudio Geotécnico.

**Sobre la responsabilidad del contratista de identificar, informar y atender (previa autorización de parte de CORBANA) problemáticas especiales y diversas.** Si bien el presente documento incluye un estimado para los procedimientos de investigación geológica-geotécnica, no se exime de responsabilidad al contratista adjudicado de presentar cualquier propuesta complementaria producto de inspecciones realizadas en el sitio. Las zonas propuestas para desarrollar los estudios correspondientes deberán ser justificadas a satisfacción de la Administración. Será obligación del contratista el informar oportunamente a la Administración sobre cualquier condición extraordinaria encontrada en sitio que exija adiciones o cambios a los lineamientos del presente cartel.

El total de la información que se obtenga mediante los muestreos, aunada a los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio llevados a cabo sobre las muestras extraídas e información afín, será sintetizada en secciones representativas llamadas “perfiles geotécnicos de diseño”. En estas, se indicará entre otros: los distintos estratos, la profundidad del nivel freático, así como cualquier otro aspecto relevante de los materiales in situ, que influya sobre el comportamiento y análisis de las estructuras a diseñarse. Se deberá aportar la memoria de diseño y análisis que incluirán el detalle de los cálculos efectuados, indicando con claridad los datos de entrada, así como su origen (sondeo, ensayo de campo o laboratorio). De utilizarse correlaciones, se deberá adjuntar la debida referencia de las mismas.

Los perfiles geotécnicos de diseño deberán de indicarse en láminas (particularmente las de fundaciones

y taludes) y documentos afines, con información relevante de los materiales in situ, para su identificación y manejo, distribución estratigráfica, condiciones de los desplantes y capacidades admisibles, entre otros.

### **i. Geología.**

Corresponde al levantamiento del entorno del proyecto para establecer las condiciones geológicas, identificar los tipos de formaciones y materiales, la presencia de fallamiento local, ángulos de buzamiento, entre otros.

Esta fase del estudio consistirá, entre otras, en la recopilación de información existente, interpretación de fotografías aéreas y levantamiento geológico e hidrogeológico, para la definición del marco geológico regional y local, así como la identificación de posibles problemas geotécnicos asociados con las características geológicas de la zona.

### **ii. Geotecnia**

Tanto los procedimientos aplicados, como los resultados esperados de este apartado, deberán adecuarse en lo que corresponda a lo establecido por el Código de Cimentaciones de Costa Rica (CCCR), Código Geotécnico de Taludes y Laderas de Costa Rica (CGTLCR) y Código Sísmico de Costa Rica (CSCR), todos en su última versión, así como a la legislación vigente y las mejores prácticas de la Ingeniería.

La investigación geotécnica determinará, entre otros, la profundidad de desplante que cumpla con la capacidad admisible necesaria para las estructuras, así como generar los insumos para los análisis conexos (estabilidad, socavación, licuación, asentamientos, entre otros), de los apartados correspondientes. Igualmente, servirá para definir los perfiles representativos de suelos (distribución estratigráfica de los materiales y sus características físico-mecánicas), con el fin de conceptualizar y diseñar las obras necesarias para la geometría propuesta, asegurando la estabilidad de las distintas secciones transversales.

Esta fase del estudio consistirá, entre otras actividades, en la ejecución de excavaciones y perforaciones, ensayos de campo, muestreo, trabajos de laboratorio, definición de las características y parámetros de los estratos, análisis de estabilidad y cimentaciones, así como cualquier otro aspecto geotécnico de interés en el área de estudio.

#### **• Investigación geofísica**

Como complemento a las perforaciones a ejecutarse, se deberán realizar perfiles geofísicos mediante refracción sísmica u otra metodología avalada que se adapte a las condiciones del sitio y a los objetivos del estudio. Según lo exijan las condiciones en el sitio, tras la debida justificación y con el correspondiente aval de la Administración, se podrán ejecutar metrajés adicionales (para perfiles transversales, por ejemplo), así como aplicación de técnicas complementarias como la Tomografía Eléctrica.

La técnica y ubicación definitiva de los perfiles se definirán de previo al inicio de los trabajos en coordinación con la Ingeniería de la Administración. De ser requerida y autorizada alguna adecuación en tipo y/o cantidad, se reconocerá al contratista las cantidades efectivamente ejecutadas.

**Si bien se requiere de los sondeos directos para calibrar el modelo geofísico, esta técnica se aplicará primero, con el objetivo de definir los espesores medios de la distribución estratigráfica, de manera tal que se pueda proyectar y programar de forma más adecuada la ejecución de las**

## perforaciones.

### • Sondeos (perforaciones)

Los sondeos se efectuarán empleando el sistema de penetración estándar (SPT) y rotación con broca con punta de diamante.

Los sondeos se distribuirán, en la zona de influencia de los apoyos de la estructura de puente por construirse, lo mismo que de las eventuales obras para el confinamiento de los rellenos de aproximación, con el objetivo de obtener muestras representativas para caracterizar el entorno geotécnico, para los correspondientes análisis, conceptualización y diseño de las fundaciones.

La distribución y profundidad últimas se definirán de previo al inicio de los trabajos, en coordinación con la Administración.

***De acuerdo a los resultados obtenidos durante el proceso de perforación, la Administración definirá cuál será la profundidad a alcanzarse, no debiéndose agotar necesariamente la previsión del presente apartado. En caso de que las perforaciones a ejecutarse demanden cambios en la cantidad de metros a perforar, se reconocerá al contratista el monto que resulte de multiplicar los precios unitarios por las cantidades efectivamente ejecutadas. En el caso de que dichas longitudes de perforación resulten mayores a las contratadas, la Administración preparará un documento (orden de modificación), para gestionar la suscripción de una adenda al contrato. Hasta que no se haya formalizado este documento, no podrán realizarse perforaciones adicionales.***

Para cada perforación deberá consignar los siguientes datos:

- Ubicación de la perforación.
- Código identificador de la perforación.
- Fecha y responsable de la misma.
- Profundidad de obtención de la muestra y/o lectura de los datos.
- Indicación de la metodología de perforación utilizada a lo largo de todo el sondeo.
- Número de golpes del ensayo SPT.
- Nivel freático.
- Clasificación y descripción del material.

Cuando se encuentre suelos inestables o desechables deberán tomarse muestras inalteradas de tubos Shelby. Para tales efectos, el contratista deberá indicarlo mediante nota escrita a la Administración, mediando las justificaciones de cada caso, y ésta procederá diligentemente a aprobar o improbar la solicitud de autorización de los ensayos, pagaderos al costo indicado en la oferta.

Se deberán hacer lecturas del nivel freático en cada perforación. Se tendrá mucho cuidado con esta información en los casos de suelos arcillosos. Las perforaciones deberán ser debidamente selladas una vez realizada la respectiva medición.

En caso de que las condiciones del sitio no permitan la obtención de muestras adecuadas, el Contratista deberá coordinar con la Administración la posible aplicación de metodologías alternativas (DMT, CPT, entre otras), para subsanar el particular.

### • Ensayos de laboratorio

Deberán ser realizados todos los ensayos de la lista siguiente y que sean aplicables a cada tipo de

material muestreado en las perforaciones. Los resultados, como se ha indicado, deberán brindarse en formato gráfico (hojas de perforación) así como en una tabulación numérica. Deberá brindarse, en una tabulación aparte, la profundidad de las diferentes muestras extraídas, lo mismo que los distintos ensayos ejecutados a cada una.

- Descripción del material.
- Clasificación macroscópica de los materiales recuperados.
- Tipo de suelos, según clasificación unificada de suelos (SUCS).
- Análisis granulométrico con sus curvas respectivas.
- Humedad y densidad natural.
- Límites de Atterberg (plasticidad). Este dato se reportará de forma tal que sea contrastable con los contenidos de humedad a la profundidad ensayada.
- Peso específico relativo de los sólidos.
- Ensayos de Compresión Inconfinada.
- Valores de cohesión y ángulo de fricción interna.

Para las rocas eventualmente encontradas, se medirán todos aquellos parámetros que definen la resistencia de estos depósitos, en las muestras obtenidas mediante el sistema de rotación, así como los pormenores definidos en el apartado del Levantamiento Geológico:

- Valor del índice RQD.
- Porcentaje de recuperación.
- Clasificación geológica.
- Resistencia a la Compresión Simple (correlación).
- Estado de las fracturas.

El total de la información que se obtenga en el campo, así como los resultados de laboratorio, será sintetizado en hojas de resumen de perforación, donde se indicará también cualquier otro aspecto relevante del suelo que influya sobre el comportamiento y posterior análisis del sitio y las estructuras propuestas.

En caso de que alguno de los datos utilizados sean producto de alguna correlación, las variables, gráficos y cualquier otro recurso utilizado para su determinación, deberá ser facilitado. La Administración podrá solicitar ampliaciones sobre la información y datos referidos, así como rechazar el uso de parte de ella o de correlaciones para su obtención.

- **Análisis de cimentaciones**

Se determinará la capacidad última de soporte, aportando la memoria de cálculo con todos los parámetros considerados, detallando los datos de entrada y el origen de estos.

Con motivo de la existencia de pilotes tipo HP 12x53 en poder de la Administración, se requiere que el diseño de las fundaciones se adecúe a dichos elementos, para lo que se deberá brindar un análisis detallado de la capacidad desarrollada en la punta y en el fuste por estos elementos, considerando el efecto de grupo. Este análisis deberá contemplar la posibilidad de que se presenten problemáticas como licuación, suelos compresibles o colapsables, entre otras condiciones de índole geotécnica que inciden en la capacidad de las cimentaciones, destacando cualquier longitud cuyo aporte se desprecie producto de alguna de las problemáticas descritas.

En caso de identificarse arenas finas, sumergidas, mal graduadas y sueltas, se deberá realizar un estudio

detallado para evaluar el riesgo de licuación del suelo. En caso de identificarse y verificarse por al menos dos de las metodologías contempladas en el CCCR, los resultados deberán de presentarse de forma tal que se aprecie los estratos afectados y su profundidad, así como la clara indicación de su exclusión como aporte en la resistencia que el elemento desarrolla o las medidas alternativas planteadas. En caso de que las capas arenosas potencialmente licuables tengan grandes profundidades, se debe presentar gráficos mostrando el factor de seguridad contra la licuación y su variación con la profundidad.

Por otro lado, de encontrarse espesores importantes de materiales compresibles, el contratista deberá presentar un análisis de asentamientos por consolidación. En caso de que la profundidad donde sea posible el muestreo para dichos ensayos no sea representativa para los fines establecidos, deberá revisarse el particular junto con la Administración y proceder hasta que se haya autorizado sobre el particular.

Por último, en caso de identificar la presencia de materiales problemáticos (expansivos, colapsables, entre otros) al que se le deba prestar atención por su incidencia sobre el comportamiento de las estructuras existentes o por desarrollarse, se deberá plantear el abordaje para su análisis y atención.

Los análisis de cimentaciones tomarán en consideración las propiedades físico-mecánicas de los diferentes materiales geotécnicos presentes en el proyecto, determinadas mediante ensayos de campo y laboratorio incluidos en el contrato que se suscriba, además del efecto de los eventuales reforzamientos a proponer. El estudio considerará tanto la condición de carga estática como pseudoestática, lo mismo que el nivel freático crítico y de cualquier sobrecarga externa, por ejemplo, las vehiculares, así como las asociadas a las estructuras mismas.

Deberá contemplarse los efectos de cualquier elemento externo, como serían cunetas, alcantarillas y descargas de agua, en las inmediaciones de las estructuras. Esta información se utilizará junto a los hallazgos obtenidos mediante los perfiles geofísicos realizados.

En cualquier caso, si los factores de seguridad estimados para la cimentación con pilotes tipo HP 12x53 (considerando la incidencia de alguna de estas u otra condición geotécnica) no resultan aceptables, el contratista deberá proponer alternativas de cimentación que no sean vulnerables ante este fenómeno o soluciones basadas en el mejoramiento del terreno para consideración de la Administración.

- **Análisis y diseño geotécnico de obras para la estabilización de taludes** (rellenos, excavaciones, márgenes, accesos de aproximación, estructuras de retención, etc.)

Deberá asegurarse la estabilidad de los taludes temporales o permanentes en el proyecto y para las distintas etapas de la vida del mismo, sean estos de corte o relleno. Con este fin y para las eventuales obras complementarias que se requieran, deberá valorarse la estabilidad mediante el método de Equilibrio Límite, evaluando el factor de seguridad respectivo.

Se entregarán las memorias detalladas para los análisis y diseños respectivos. Las propuestas deberán adecuarse a los lineamientos geométricos incluidos en el apartado respectivo del presente contrato. Además, se deberá asegurar que las deformaciones que lleguen a suscitarse en cualquier sector del proyecto o aledaño, no superarán los límites admisibles.

Los análisis de estabilidad tomarán en consideración, las propiedades físico mecánicas de los diferentes materiales geotécnicos presentes en el proyecto, determinadas mediante ensayos de campo y laboratorio incluidos en el presente contrato, además del aporte de los eventuales elementos de refuerzo propuestos. El estudio considerará tanto la condición de carga estática como pseudoestática, lo mismo

que el nivel freático crítico y de cualquier sobrecarga externa, por ejemplo, las vehiculares o de edificaciones.

Deberá incluirse las memorias de cálculo detalladas, para el diseño estructural de todos los elementos propuestos, entre otros, para todas las obras geotécnicas e hidráulicas, asegurando que las deformaciones no superen los límites admisibles. Lo anterior en consideración de las condiciones geológicas del sitio, así como las solicitaciones transmitidas por el terreno circundante.

El contratista deberá brindar soluciones detalladas para el manejo de escorrentía, superficial y subterránea, así como para el control de erosión de las superficies que queden expuestas al final de los trabajos de conformación de los taludes y rellenos.

Para las soluciones propuestas, deberá indicar en el sumario de cantidades los renglones de pago que apliquen, de conformidad con el “Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-2020)” o última versión vigente.

Junto a todas las referencias atinentes a normativa, que están incluidas en el presente documento y a las que deberán apegarse los diseños a elaborarse, se espera que el contratista establezca, de acuerdo a los procedimientos definidos en el CR-2020, las verificaciones cualitativas y cuantitativas, respecto a las características y calidades de los materiales *in-situ* y de que éstas sean consistentes con las contempladas en los diseños y especificadas para las distintas obras a ejecutarse. Con este fin, deberán entregarse las especificaciones a considerar durante el proceso de construcción, tendientes a prevenir los riesgos relativos a materiales de propiedades insuficientes para resistir las solicitaciones infringidas; asimismo, deberá preverse que, en caso de detectarse anomalías durante la construcción de la obra en una etapa siguiente, se hará del conocimiento del diseñador responsable esta situación, para una eventual revaloración de los modelos y definición de las medidas a adoptarse.

En general, deberá establecerse el procedimiento y programa tendiente a verificar:

- La calidad de los materiales en los desplantes de los distintos sitios de cimentación
- La capacidad admisible en los desplantes de los distintos sitios de cimentación
- La calidad de los materiales pétreos que conforman las obras geotécnicas
- La calidad de los materiales y el proceso constructivo de los rellenos

Por otro lado, las calidades descritas, deberán de indicarse según sea pertinente, en el Perfil Geotécnico de Diseño y en las láminas constructivas de la solución geotécnica. Además, en perfil, figurarán las propiedades físico mecánicas, niveles freáticos, propiedades dinámicas y cualquier otro rasgo de interés, para los distintos estratos identificados durante la fase de investigación. Por su parte, en las láminas de fundaciones, deberá indicarse la columna estratigráfica local, así como las capacidades soportantes, según se avance en profundidad.

#### **3.1.1.4 Determinación de la estructura de pavimento.**

##### **i. Introducción y descripción general del proyecto**

Se deberá implementar los lineamientos (que resulten aplicables) establecidos en el Tomo II de la Guía de diseño estructural de pavimentos de Costa Rica, denominado Guía Simplificada para el Diseño de Pavimentos de Bajo Volumen para los accesos de aproximación, considerando el ajuste de la rasante existente a la nueva estructura y al derecho de vía.

Se deberán realizar las obras necesarias (diseño geométrico) para poder adaptar el flujo vehicular actual al del nuevo puente a construir.

## **ii. Estudios y Auscultación de pavimento.**

Se deberán extraer 2(dos) muestras de subrasante, una en cada extremo del puente, mismas que deberán ser analizadas en el laboratorio mediante los siguientes ensayos: Límites de Atterberg, Análisis Granulométricos, Relación humedad/ Densidad (Proctor), *California Bearing Ratio* (CBR) y clasificación de suelos AASHTO y SUCS. Estas muestras podrán ser tomadas a un costado de la carretera con el fin no afectar la estructura de pavimentos existente.

De encontrarse problemas de filtraciones o nivel freático alto, o bien suelos muy arcillosos o con diferencias notorias en las características de los estratos en los sondeos, se podrán realizar sondeos adicionales, a fin de determinar la resistencia de dichos estratos, previa consulta con la Administración.

El contratista estará en la obligación de tapar, en forma inmediata, después de realizado cada muestreo, los huecos y trincheras que realice para llevar a cabo lo expuesto anteriormente. Asimismo, el contratista deberá colocar el señalamiento vial preventivo requerido, garantizándose en todo momento la seguridad de los peatones y de los conductores. En caso de incumplimiento de cualquiera de estas obligaciones CORBANA podrá aplicar las multas que estime pertinentes según lo indicado en el punto de multas y sanciones del cartel de esta contratación.

## **iii. Análisis de resultados de los ensayos.**

El contratista deberá realizar un análisis detallado de la información encontrada en campo a partir de los ensayos realizados y la investigación bibliográfica con el fin de comprender los fenómenos que inciden, o pueden hacerlo, en el diseño de estructuras como las que requiere esta contratación, y con base en sus hallazgos emitir las recomendaciones que ayuden a prevenir, controlar o mitigar sus efectos nocivos sobre las obras a proponer así como también deberá describir en caso de utilizarse parte del material existente, cuál será el procedimiento para su uso.

## **iv. Tráfico.**

Se deberá realizar un conteo vehicular de 3 días, cada uno de ellos en un lapso de 24 horas seguidas sobre el puente. Los conteos deberán realizarse los días martes, miércoles o jueves.

Los resultados se reportarán en períodos de una hora y por tipo de vehículo (liviano de pasajeros, carga liviana, buses, camiones de dos, tres, cuatro y cinco ejes). El contratista podrá utilizar medios automáticos o manuales. Deberá demostrarse por medio de muestreos manuales que los datos generados por contadores automáticos están calibrados adecuadamente. Deberá indicarse la fecha y lugar de realización del conteo. El sitio deberá identificarse por medio de coordenadas y fotografías.

Con los correspondientes factores de corrección estacionales y horarios que deberán obtenerse de las estaciones permanentes de las cuales disponga la Dirección General de Planificación Sectorial del MOPT más cercanas al sitio del proyecto, se obtendrá el tránsito promedio diario anual (TPDA), que corresponda, por tipo de vehículo y total. No deberán realizarse conteos en condiciones que se consideren atípicas, por ejemplo, un día feriado.

Deberá coordinarse con el CONAVI y las empresas de servicios públicos, para que durante la realización del conteo no se realicen reparaciones en la vía que interfieran con la circulación normal.

### **3.1.2. Anteproyecto**

El contratista deberá presentar el diseño preliminar o anteproyecto de la estructura de drenaje mayor y sus accesos, con base en el criterio formado después de realizar y analizar los resultados de los estudios preliminares. La solución propuesta debe cumplir con todos los aspectos, requerimientos, normas y reglamentos indicados en este documento de requerimientos.

Dicho anteproyecto debe contemplar cualquier situación adicional que se origine producto de la construcción a futuro de la propuesta presentada, tales como la adecuada evacuación de aguas pluviales, las obras de retención de suelos con la solución correspondiente, la adaptación de la estructura al alineamiento existente de la ruta nacional, la solución a posibles accesos de propiedades cercanas en caso de verse afectadas, entre otros.

#### **3.1.2.1 Diseño geométrico de los accesos al puente vehicular**

- a. El contratista deberá consultar en el Departamento de Diseño Geométrico del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), si sobre este proyecto se dispone de alguna información útil para la presente contratación; lo anterior, con la finalidad de aprovechar al máximo esta información, que en todo caso será de carácter informativo.
- b. A partir de la información topográfica levantada por el CONAVI y suministrada por CORBANA, misma que podrá ser complementada o actualizada por el contratista, el tránsito calculado a partir de los estudios necesarios para este efecto, los resultados del estudio geotécnico efectuado por el contratista en la zona con problemas de deslizamiento y de las indicaciones de la Administración, el Contratista realizará el diseño planimétrico y altimétrico del proyecto (incluidos los sitios de intersección). El diseño deberá abarcar aspectos como el alineamiento horizontal y vertical, definición de ancho y número de carriles, rasante final, carriles de estacionamiento, cordón y caño, aceras, retiros (derecho de vía) y otros.
- c. El diseño a realizar por el contratista deberá abarcar las intersecciones que se generan por el cambio en la geometría de la ruta nacional n°249. El diseño propuesto deberá contar con todas las soluciones necesarias para el adecuado funcionamiento de la vía, lo que abarca el diseño pluvial, la solución de los accesos a las viviendas o lotes afectados, señalización vertical y horizontal, obras de confinamiento de rellenos, entre otros.
- d. La velocidad de diseño será de 50 (cincuenta) km/h; por lo tanto, los radios de los accesos de aproximación y de las intersecciones a diseñar deberán realizarse de conformidad con los parámetros establecidos en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de carreteras (SIECA), tercera edición, 2011.
- e. El diseño geométrico deberá comprender una longitud mínima de 130 (ciento treinta) metros hacia Ticabán y 120 (ciento veinte) metros hacia Cariari. Esta longitud podrá ser variada de acuerdo con el diseño final de la estructura.
- f. En los planos de planta-perfil se deberá mostrar la transición que se generará con la calzada existente y el nuevo alineamiento.
- g. Las aceras del puente deberán continuar en los accesos de aproximación, esta longitud será establecida por el diseñador de manera que el peatón pueda abandonar la estructura y llegar a un sitio seguro, de ser necesario para esto deberá contar con barandas peatonales y barandas de contención vehicular.

- h. El contratista deberá consultar con la Dirección de Ingeniería de Tránsito si se deben reubicar las paradas de auto bus que se vean afectadas por el cambio en la geometría de la Ruta Nacional, de ser así, se deberán diseñar de acuerdo con la Ley 7600, Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras 2011 y Requisitos técnicos para la construcción de las paradas de los vehículos de transporte público colectivo (INTE 03-01-15-07).
- i. Los accesos a propiedades que se vean afectados tanto por el cambio en la geometría vertical como horizontal de la Ruta Nacional deberán ser diseñados.
- j. Se deberán colocar barandas de protección vehicular donde sean requeridas.
- k. Las secciones típicas a utilizar estarán conformadas de la siguiente manera:

Sección mínima de puente:

Para la sección transversal del puente vehicular se deberá considerar:

- Dos carriles de 3,30 (tres coma treinta) metros.
  - Dos espaldones externos de 0,60 (cero coma sesenta) metros.
  - Dos barreras rígidas de 0,50 (cero coma cincuenta) metros.
  - Dos aceras de 1,20 (uno coma veinte) metros.
  - Dos barandas peatonales.
- Ancho total: 11,20 (once coma veinte) metros (sin considerar las barandas peatonales)

Sección de Ruta Nacional:

- Dos carriles de 3,60 (tres coma sesenta) metros.
- Dos cunetas (la sección trasversal estará de acuerdo al diseño elaborado previamente).

Se aclara que las secciones típicas indicadas, se podrán variar de acuerdo al diseño final realizado por el contratista de la obra.

- l. Los servicios públicos que se vean afectados se deben reubicar.
- m. El contratista deberá tomar en consideración para el diseño geométrico del puente, el sobreancho y la sobre elevación que lo afectarán, en caso de que existiesen curvas en el alineamiento horizontal antes y después de la estructura.

### **3.1.2.2 Obras adicionales.**

El contratista deberá contemplar el diseño y, por ende, la confección de planos y especificaciones de todas las obras que así lo requieran para la solución completa de este proyecto y que se encuentren en los alcances del contrato; por ejemplo, pero sin limitarse a: muros de retención para estabilización de taludes, cajas o pozos pluviales con dimensiones especiales y otros.

Deberán incluirse aquellas cantidades correspondientes a las actividades de: desmantelamiento, desecho, traslado y almacenamiento de la estructura existente, según corresponda.

La reubicación, en caso de que existiesen en el sitio y fuese necesario, de todas las instalaciones de ductos telefónicos, tuberías de agua potable y de aguas negras, ductos de suministro de combustible,

postes y tendido eléctrico y de cualquier otro servicio, deberá ser incluida en los planos considerando su posición original y la nueva elevación de la superestructura del puente a construir.

### 3.2. Informe de Avance N° 2.

Posterior a la aprobación del Informe de Avance N° 1 por parte de la Administración, el contratista realizará el diseño final de la estructura de drenaje mayor con sus respectivos accesos de aproximación.

Se deberá respetar en todo momento el anteproyecto aprobado y bajo ninguna circunstancia modificar la propuesta sin la previa autorización de la Administración. Toda modificación deberá estar debidamente justificada y documentada.

A continuación, se muestran las especificaciones técnicas de las partes de Informe de Avance N° 2.

#### 3.2.1. Diseño estructuras drenajes menores

Se deberá incluir el diseño de las estructuras para drenaje menor necesarias que permitan la recolección y control de las aguas pluviales de la vía y las zonas aledañas que tributan a ésta, de modo que se dé protección al pavimento y seguridad a los usuarios. Estos pluviales deberán ser llevados hasta un cuerpo de agua receptor, de forma que no se generen fenómenos erosivos. En el caso que existan pendientes pronunciadas, la canalización deberá realizarse mediante estructuras disipadoras de energía.

Estas obras incluyen la construcción de alcantarillas y las obras de arte para su conexión (cabezales, tomas, colectores y otros, según aplique), cuyo diseño deberá cumplir con las especificaciones vigentes. Para cualquier estructura distinta a las que se incluyen en los estándares de diseño aprobados en los manuales de diseño debidamente oficializados, se deberá contar con un respaldo técnico mediante una memoria de cálculo, donde se demuestre que lo propuesto es necesario para el correcto funcionamiento del sistema pluvial propuesto.

Los resultados de este análisis deberán ser presentados impresos y en digital, además de aportar los archivos en el programa de cómputo utilizado para realizarlo, como respaldo del trabajo solicitado; sea el programa “Autodesk Storm and Sanitary Analysis”, el “Storm Water Management Model” o cualquier otra herramienta computacional específica para este fin, considerando que existen varias opciones incluso de libre acceso, siendo posible realizar en una sola plataforma tanto los análisis hidrológicos como los hidráulicos.

En los planos constructivos deben mostrarse a escala, los detalles de todas las estructuras propuestas, lo suficientemente claros para permitir la correcta construcción del sistema pluvial, incluyendo el diseño estructural de estas obras.

En lo que aplique, deberá revisarse, como mínimo, las indicaciones en los documentos de libre acceso HDS-04 (“Introduction to Highway Hydraulics”), HDS-5 (“Hydraulic Design of Highway Culverts”), HEC-22 (“Urban Drainage Manual”), FHWA-IP-83-6 (“Structural Design Manual for Improved Inlets & Culverts”), entre otros; todos elaborados por la Administración Federal de Carreteras (FHWA), Departamento de Transportes de los Estados Unidos e Instituto Nacional de Carreteras (NHI), disponibles en la página web [www.fhwa.dot.gov](http://www.fhwa.dot.gov).

- **Hidrología para el sistema de drenaje menor.**

La información indicada en el punto 3.1.1.2 denominado “Estudio Hidrológico”, de estos términos de referencia, deberá aplicarse al sistema para drenaje menor, el cual debe incluir la delimitación de cada

una de las cuencas utilizadas para el cálculo de los caudales hasta el punto donde se debe diseñar cada uno de los tramos de tubería y existe aporte de aguas.

La delimitación de cuencas realizada deberá aportarse en un plano sobre curvas de nivel debidamente acotadas con su elevación, con una densidad tal que permita justificar la delimitación, además de incluir los elementos topográficos relevantes para tal fin. Como mínimo se requiere una escala 1:10.000, por lo que, en caso de no existir cartografía a esa escala, se recomienda complementar la más precisa existente con topografía en puntos importantes tomados en el sitio.

En este estudio, se deberá indicar claramente, tanto la metodología, como los datos utilizados para el cálculo de cada uno de los valores de caudal que entran a los sistemas a lo largo de toda la vía, los cuales son necesarios para el diseño de las estructuras requeridas. Esto se puede trabajar mediante un programa computacional que en la misma plataforma permita realizar tanto el análisis hidrológico como el hidráulico programa (“Autodesk Storm and Sanitary Analysis”, “Storm Water Management Model” u otro).

Para el diseño de sistemas para alcantarillado pluvial, se deberá determinar el caudal de diseño en cada uno de los tramos de tubería del sistema. Para cada estructura por diseñar, se deberá definir una cuenca hasta el punto donde se ubica. En el caso de alcantarillados pluviales, cada aporte de aguas al sistema, por ejemplo, cada tragante deberá analizarse como una cuenca adicional que llega al punto donde se da el aporte, y para cada cuenca, deberá tabularse el área de ésta, el valor ponderado del coeficiente de escorrentía, la intensidad, los tiempos de concentración tanto de la cuenca, como el de corrimiento en las tuberías y demás información relevante.

Para la estimación de los coeficientes de escorrentía, se deberá tener en cuenta y analizar la geología y cobertura vegetal de cada cuenca. Todo lo anterior, deberá ser debidamente justificado, indicando el procedimiento por medio del cual se llega a cada resultado.

En lo que aplique, se deberá cumplir con las especificaciones indicadas en el documento de libre acceso denominado HDS-02 (“Highway Hydrology”), de la Administración Federal de Carreteras (FHWA), Departamento de Transportes de los Estados Unidos e Instituto Nacional de Carreteras (NHI), disponibles en la página web [www.fhwa.dot.gov](http://www.fhwa.dot.gov).

- **Hidráulica para el sistema de drenaje menor longitudinal.**

El análisis hidráulico para el diseño de las estructuras de drenaje menor longitudinales, deberá comprender el estudio integral del sistema existente, su comportamiento considerando pérdidas locales tales como pozos y contemplar los niveles en el cauce natural para desfogue ante una avenida con el período de retorno del sistema de alcantarillado pluvial. Éstos comprenden tanto los sistemas de alcantarillado pluvial como los diferentes tipos de canalización para tal fin.

Este análisis comprende la modelación del comportamiento del sistema mediante alguno de los procedimientos de análisis para el tránsito a lo largo del sistema, tal como el modelo de onda cinemática, el hidrodinámico o el de flujo permanente. No se aceptará el análisis de solamente tuberías aisladas cuando forman parte de un sistema de drenaje completo en la zona por intervenir, que además debe comprender hasta el punto de desfogue y contemplar las condiciones de todo el sistema. Dentro de los programas computacionales recomendados para este tipo de análisis están el “Autodesk Storm and Sanitary Analysis”, el “Storm Water Management Model” o cualquiera similar.

Con el fin de contar con una memoria clara, que permita justificar las dimensiones de todas las estructuras propuestas, el contratista deberá presentar toda la información y cálculos, donde se muestren

los datos de entrada y resultados del diseño de todos los tramos de tubería tanto por construir como los existentes, indicados con la numeración utilizada en los planos constructivos para los pozos o demás estructuras en los extremos de cada tramo de tubería.

Como datos de entrada están las áreas tributarias a cada tragante, toma o cabezal; el valor ponderado del coeficiente de escorrentía debidamente justificado, así como los tiempos de concentración, tanto de la cuenca como el tiempo de corrimiento en las tuberías, indicando el valor por utilizar en cada tramo. Además, para el tiempo de concentración de la cuenca, se debe indicar el algoritmo utilizado con el fin de su estimación, con los datos de entrada necesarios para su cálculo. Con esta información, se determinará el diámetro, velocidad y pendiente de las tuberías por colocar considerando los incrementos de caudal en cada tramo. También se considerarán los caudales adicionales de las tuberías que se conecten al sistema, si las hay.

Deberán colocarse (a nivel de diseño) pozos de registro en todo inicio e intersección de tuberías, así como en los cambios de dirección, diámetro, pendiente, material de la tubería y en los tramos rectos, de tal forma que la distancia en línea recta entre pozos de registro no exceda 120 metros. No se permite el cambio en pendiente o dirección de los conductos sin colocar una estructura con acceso.

Los tragantes propuestos deberán ser según los detalles de “Tragante con cordón y cuneta” especificados en las Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Plan Vial (páginas 22 a 29) y deberá especificarse en cada caso la longitud de la boca de entrada, según el requerimiento de capacidad de cada tragante, lo cual deberá ser debidamente diseñado según el documento FHWA-IP-83-6 citado. Dichos tragantes se deberán considerar como parte del modelado del sistema de alcantarillado pluvial.

Se podrán utilizar pozo-tragantes de modo que se construya un pozo con una boca de entrada y acceso para limpieza similar a los tragantes con cordón y cuneta mencionados.

Como parte de los entregables de esta actividad está el perfil de flujo para el caudal de diseño, contemplando todo el sistema de tuberías propuesto, de modo que sea posible conocer la profundidad del flujo a lo largo de todo el sistema para la condición más crítica del modelado e incorporando el nivel de agua estimado en el punto de desfogue a un cuerpo de agua para la avenida de diseño coincidente con el período de retorno utilizado para el sistema de tuberías. Esto se puede incluir directamente de la salida del modelo hidráulico utilizado para el alcantarillado.

La velocidad máxima permisible para diseño a tubo lleno será de 5,0 (cinco coma cero) m/s. La velocidad mínima la define la fuerza tractiva, cuyo valor mínimo es de 0,1 (cero coma uno) kg/m<sup>2</sup>.

• **Premisas para el diseño de drenajes menores:**

- a. El diámetro mínimo para tuberías entre pozos de registro o cabezales y en pasos transversales bajo la red vial nacional, será de 91 (noventa y un) centímetros, de acuerdo con lo establecido en el Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica. Las tuberías existentes, en el área por intervenir, que no cumplan con estos diámetros, deberán ser sustituidas.
- b. Todas las estructuras propuestas deben permitir su limpieza de acuerdo con las metodologías contempladas por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes para este fin, utilizando los carteles para mantenimiento de la Red Vial Nacional Pavimentada.
- c. Estimar el nivel de flujo en las estructuras para manejo de aguas. Los conductos cerrados que se

diseñen con alguna metodología para trabajar como canal abierto deberán funcionar con un tirante hidráulico máximo de 0,75 (cero coma setenta y cinco) veces el diámetro de la tubería.

- d. Debe estimarse la velocidad a la salida de las alcantarillas transversales a la vía, con el fin de verificar si es necesario proponer obras para protección contra erosión.
- e. En la medida de lo posible, cuando sea viable utilizar varias opciones de estructuras transversales para el paso de aguas bajo la vía, se deberá escoger la que presente menos posibilidad de obstruirse con materiales que arrastre el agua. Es preferible una sola alcantarilla de mayor diámetro que varias de menor sección, pero con la misma capacidad hidráulica.
- f. El recubrimiento mínimo sobre la corona de las tuberías por colocar deberá cumplir con lo especificado por el fabricante de la tubería, según el tipo de tubo y el tipo de cama y relleno propuestos. Estos dos últimos aspectos deberán ser especificados en los planos constructivos, para cada tramo de tubería junto con el diámetro, longitud y pendiente. Para justificar el recubrimiento mínimo, se deberá adjuntar la especificación utilizada.
- g. En casos donde lo anterior no se pueda cumplir, deberá diseñarse una protección de concreto armado para el tubo, demostrándose que tendrá la resistencia apropiada para las cargas a que será sometida a esa profundidad. Si fuera el caso que la tubería debe colocarse a menos de 0,20 (cero coma veinte) metros de la losa de protección propuesta, el diseño deberá contemplar tal situación, protegiendo la mitad superior de la tubería con una estructura de concreto reforzado debidamente diseñada. Para cualquier tipo de protección por utilizar, se deberá presentar un detalle con sus dimensiones y el acero de refuerzo requerido, además del cuadro de cantidades. En las láminas planta-perfil donde se muestren tuberías, deberán acotarse los estacionamientos entre los cuales se deba colocar dicha protección y hacer referencia al número de lámina y nombre del detalle donde se muestre.
- h. Para la instalación de tubería prefabricada de concreto, se deberá acatar lo que se establece en la norma INTE 16-11-02-09 del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).
- i. En caso de que aplique proponer sistemas para alcantarillado pluvial, deberán mostrarse estos en los planos constructivos de planta y perfil. En estos se deberá indicar el estacionamiento y coordenadas donde se ubicaría cada una de las estructuras propuestas, así como la elevación terminada, la de fondo y demás información relevante. Todos los pozos deberán llevar una numeración consecutiva para todo el proyecto. Lo mismo, pero con un consecutivo distinto o algo que lo diferencie, deberá cumplirse para tragantes y otras estructuras repetitivas en el sistema pluvial. Además, para cada tramo de tubería, deberá indicarse pendiente, longitud, diámetro, tipo de tubería y demás información necesaria para su construcción. En cuanto a las estructuras mostradas en dichos planos constructivos, deberá indicarse claramente qué es cada una, mediante texto con flechas. Esto incluye también el cordón y caño, así como el resto de líneas y estructuras que se muestren.
- j. Deberán incluirse láminas con detalles de todas las estructuras mostradas en los planos constructivos en planta-perfil. En estos últimos deberá indicarse el número de lámina donde se muestra cada detalle y el nombre con que se le denomina en la lámina respectiva, con el fin de poder identificarlos fácilmente. Estos detalles deberán ser lo suficientemente claros y tener la información necesaria para entender su diseño y construirlos correctamente.
- k. Elaborar un cuadro resumen que incluya los renglones de pago del CR-2020 correspondientes a cada una de las estructuras propuestas, sus cantidades y unidades.

- l. En el caso de las intersecciones, deberán elaborarse planos específicos donde se indique claramente las diferentes pendientes tanto de la calzada terminada, como de los caños y/o cunetas. Las soluciones para el manejo de las aguas pluviales de la intersección deben indicarse claramente en esas láminas.
- m. Cuando existan obras para drenaje pluvial que se pretendan incorporar al sistema por construir, deberá indicarse las dimensiones y condiciones del sistema existente (número, estación, diámetro, material, longitud, estado, elevación de entrada y salida, entre otros). Para estas obras, deberán realizarse memorias de cálculo donde se demuestre que las estructuras por conservar tienen las dimensiones y condiciones apropiadas para su correcto funcionamiento, así como considerar el caudal que aportan al sistema por construir.
- n. Todos los puntos bajos de las vías por mejorar deberán tener solución pluvial mediante estructuras apropiadas, debidamente diseñadas hasta el sitio de desfogue, el cual deberá ser un cauce que tenga capacidad para recibir el vertido.
- o. En los sitios para desfogue de sistemas para alcantarillado pluvial, se deberá mostrar una vista en planta y otra en perfil de los mismos.
- p. Las estructuras para manejo de aguas pluviales (cajas, pozos, tragantes, cabezales) se deberán construir en concreto reforzado.
- q. En el dimensionamiento de las obras y elección de su tipología, se deberán tener en cuenta criterios hidráulicos, de mantenimiento y estructurales.
- r. En los sitios donde la infraestructura de la vía intercepte la escorrentía del terreno natural en la coronación de un corte, en bermas y pies de taludes o de muros, así como en los sitios donde el contratista lo considere necesario, se proyectarán cunetas de concreto reforzado con un espesor mínimo de 0,10 (cero coma diez) metros.
- s. La sección hidráulica de las cunetas de concreto deberá diseñarse según la capacidad requerida de acuerdo con los caudales que se requiera transportar en cada tramo. La pendiente de las paredes de cada sección de cuneta por utilizar deberá cumplir con lo indicado en los estándares correspondientes, sin embargo, del lado de la vía, la pendiente máxima de la sección de cuneta deberá ser 4 (cuatro) horizontal: 1 (uno) vertical. En caso de no poder cumplirse lo anterior, especialmente por razones de espacio, se podrá utilizar una pendiente mayor pero debidamente justificado y sujeto a aprobación de parte de la Administración.
- t. Todas las rampas para entradas a propiedades y paradas de autobús deberán construirse mediante una losa de concreto armada, fuera de la sección hidráulica de la cuneta, de forma tal que no se le reste capacidad hidráulica a la estructura.
- u. Para la recolección de las aguas de cunetas, se deberán recomendar estructuras que no pongan en peligro la seguridad de peatones y vehículos. No se aceptará la construcción de tomas dentro del talud de la sección lateral de la cuneta del lado de la vía.
- v. En cada sitio donde se indique la colocación de tubería, es necesario que se especifique el tipo de cama por utilizar para la correcta cimentación y relleno sobre los conductos.
- w. En sectores donde las condiciones de estabilidad y capacidad soportante del terreno lo permitan, se podrán construir cunetas de concreto simple, siempre y cuando se justifique apropiadamente.

- x. La pendiente mínima, en sentido longitudinal, de las cunetas y caños, será del 0,3 (cero coma tres) %, excepto en las cunetas con caudales de diseño superiores a 5 (cinco) m<sup>3</sup>/s, las cuales deberán estudiarse especialmente.
- y. Toda la escorrentía superficial deberá canalizarse de modo que llegue a un cauce natural que se demuestre que tiene capacidad apropiada. No se podrán utilizar pozos o zanjas de infiltración.
- z. No se permitirá el derrame de las aguas superficiales de la vía directamente sobre los taludes de relleno. Estas deberán ser conducidas mediante el uso de caños, cunetas u otros, hasta los puntos de descarga debidamente diseñados, con protecciones contra erosión y en caso necesario, con disipadores de energía, para un manejo apropiado de las velocidades.

- **Estructuras para drenaje menor existentes.**

En caso de que en el sitio del proyecto existan obras para drenaje menor, se deberá presentar inventario de todas, con el fin de conocer su ubicación y características hidráulicas y estructurales, haciendo distinción entre aquellas que sean susceptibles de ser aprovechadas y las que deban ser sustituidas por otras de mayor capacidad hidráulica.

Para las que se encuentren en buen estado y cumplan con diámetros mínimos y demás premisas de diseño, se deberá verificar si sus capacidades hidráulicas son suficientes para evacuar el caudal de la avenida de diseño, considerando los resguardos correspondientes, con el fin de estimar si procede su sustitución. Para esto será necesario incluir estas estructuras dentro del modelado del sistema para manejo de aguas pluviales de todo el proyecto.

De este modo, para las estructuras por mantener, también se deberá adjuntar una memoria de cálculo donde se demuestre que lo que se va a conservar trabajará correctamente dentro del nuevo sistema para manejo de aguas pluviales de la carretera, indicando claramente en planos constructivos, tanto estas estructuras, como las mejoras que sea necesario realizar, incluyendo las estructuras para evitar erosión, así como las mejoras que fueran necesarias para los cauces.

En los planos constructivos se deberá indicar claramente cuáles son las estructuras existentes por mantener, las existentes por demoler y las nuevas por construir.

- **Estructuras para desfogue y obras de protección.**

Cuando se requiera realizar el desfogue de aguas pluviales del área del proyecto, se deberá cumplir con lo que se establece en la Ley General de Caminos Públicos (Ley N°5060), Artículo 20: “...*Todos los poseedores de bienes raíces, por cualquier título, están obligados a recibir y dejar discurrir dentro de sus predios, las aguas de los caminos cuando así lo determine el desnivel y, cuando sus fundos estén inmediatos a los desagües de un camino, deberán mantener estos desagües limpios, en perfecto estado de servicio y libres de obstáculos...*”.

El Contratista deberá diseñar e incluir, en los planos constructivos respectivos, todas aquellas obras de protección necesarias para prevenir la erosión en los cauces que atraviesan la vía o en donde se descargan las aguas pluviales del proyecto, incluyendo las estructuras necesarias para desfogue. Esto incluye las modificaciones de cauces naturales y márgenes, tanto aguas arriba como abajo de dichas obras.

Es necesario presentar memorias de cálculo que respalden las obras propuestas, de modo que se

minimice tanto la posibilidad de erosión por parte de las aguas pluviales por ser vertidas, como de los cauces que cruzan la vía. En dicha memoria de cálculo se deberá analizar la posibilidad que las estructuras por colocar puedan estar expuestas a socavación y diseñar las medidas para evitarlo, así como demostrar que el cauce natural, canales o tuberías donde se pretenden depositar las aguas tiene la capacidad para recibir el incremento de aguas que se desfogue debido al proyecto considerando las estimaciones actualizadas que se realizan con los diseños solicitados. Como parte de esta labor, deberá estimarse el nivel de aguas del cauce natural para un período de retorno al menos igual al del diseño del alcantarillado y mostrarlo a escala en el perfil de los planos constructivos del sistema pluvial propuesto en el sitio de desfogue, junto con el resto de estructuras propuestas por construir y existentes por conservar en el sitio.

Para los disipadores de energía, se deberá incluir el diseño de la geometría de la estructura, de modo que la velocidad de salida del agua sea apropiada, además de su diseño estructural y el de su cimentación (incluyendo estudios de suelos), de modo que se garantice que el terreno tendrá la capacidad soportante apropiada para la estructura y no exista posibilidad de deslizamiento, agrietamiento o de cualquier otro tipo de daño a lo largo de su vida útil.

Los detalles constructivos de las estructuras propuestas para desfogue y protección se deberán mostrar en los planos del proyecto, de modo que sea posible entender y construir correctamente la estructura propuesta (dimensiones, acero de refuerzo, cimentación y demás información necesaria).

Además, en los planos constructivos, se deberán incluir secciones del terreno y la vista en planta mostrando el sitio exacto donde se considera colocar el disipador, todo a escala apropiada para correcta lectura y entendimiento.

Para el diseño de estas estructuras, es necesario acatar lo indicado en el documento HEC-14 (*“Hydraulic Design of Energy Disipators for Culverts and Channels”*).

En el caso de las escolleras, se deberá indicar y justificar el diámetro mínimo de las rocas por colocar, la densidad de las rocas, el espesor de la protección, pendiente máxima y el área, debidamente acotada, a lo largo de la cual se deben colocar. Además, deberá indicarse si es necesario colocarlas con mortero e indicar cualquier otro aspecto necesario para su correcta construcción.

Adicionalmente a lo anterior, el contratista deberá analizar los diferentes sitios donde la vía puede sufrir algún tipo de daño debido a socavación o erosión por parte de las aguas, tanto de cauces cercanos, como de las aguas pluviales que llegan de la vía y de terrenos aledaños. Lo mismo con las zonas donde exista riesgo de inundación para la vía. En todos estos casos, el contratista deberá diseñar las obras necesarias que permitan proteger la carretera y sus taludes, así como dar seguridad a los usuarios, a satisfacción de la Administración.

La Administración podrá solicitar diseños adicionales en los sitios donde considere necesario. Todas las obras requeridas para este fin deberán respaldarse en una memoria de cálculo donde se demuestre su necesidad y se justifiquen sus características. Además, deberá indicarse claramente la ubicación de estas obras en los planos planta-perfil e incluirse, en las láminas respectivas, todos los detalles necesarios, con dimensiones y demás información requerida para su correcta construcción.

En lo que aplique, deberá utilizarse lo indicado en los documentos correspondientes del Departamento de Transportes de los Estados Unidos e Instituto Nacional de Carreteras (NHI), disponibles en la página web [www.fhwa.dot.gov](http://www.fhwa.dot.gov), tales como el HEC-11 (*“Design of Riprap Revetment”*) y HEC-20 (*“Stream Stability at Highway Structures”*).

- **Análisis y diseño geotécnico de obras para la estabilización de taludes (rellenos, excavaciones, márgenes, accesos de aproximación, estructuras de retención, entre otras)**

Deberá asegurarse la estabilidad de los taludes temporales o permanentes en el proyecto. Con este fin, y para las eventuales obras complementarias que se requieran, deberá valorarse la estabilidad mediante el método de Equilibrio Límite, evaluando el factor de seguridad respectivo. Si el modelo constitutivo es adecuado, podrán utilizarse programas de análisis numérico para análisis de esfuerzo-deformación.

Se deberá entregar las memorias detalladas de los análisis realizados y las correspondientes con los diseños respectivos. Las propuestas deberán adecuarse a los lineamientos geométricos incluidos en el apartado respectivo del presente documento. Además, se deberá asegurar que las deformaciones que lleguen a suscitarse en cualquier elemento del proyecto o aledaño a este no superarán los límites admisibles.

Los análisis de estabilidad tomarán en consideración las propiedades físico-mecánicas de los diferentes materiales geotécnicos presentes en el proyecto, determinadas mediante ensayos de campo y laboratorio incluidos en el presente documento, además del efecto de los eventuales elementos de refuerzo o confinamiento a proponer. El estudio considerará tanto la condición de carga estática como pseudoestática, lo mismo que el nivel freático crítico y de cualquier sobrecarga externa, por ejemplo, las vehiculares. Deberá contemplarse los efectos de cualquier elemento externo, como serían cursos de agua, sobre las ubicaciones de las estructuras. Se define una previsión de metraje de SPT para la caracterización de los materiales en el desplante de los eventuales muros de confinamiento de los rellenos de aproximación. Esta información se utilizará junto a los hallazgos obtenidos mediante los perfiles geofísicos, en consideración de la ubicación de tales estructuras.

El Contratista deberá brindar soluciones detalladas para el manejo de escorrentía, superficial y subterránea, así como para el control de erosión de las superficies que queden expuestas al final de los trabajos de conformación de los taludes y rellenos.

Para las soluciones propuestas, deberá indicar en el sumario de cantidades los renglones de pago que apliquen, de conformidad con el “Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-2020)” o última versión vigente.

### **3.2.2. Diseño estructural.**

El contratista deberá realizar los diseños y cálculos estructurales de todos los elementos y sus respectivas conexiones, juntas, topes sísmicos, entre otros., de acuerdo con los requisitos establecidos en el cartel, las normas y regulaciones vigentes que garanticen el mejor desempeño, durabilidad y seguridad de los usuarios de las estructuras, siendo estos diseños y cálculos de su exclusiva y absoluta responsabilidad.

La carga viva deberá ser la especificada en el punto N°1.2 de estos términos de referencia. Se deberá cumplir con todas las normas, reglamentos y requisitos adicionales indicados en el punto N°52.1 del cartel de esta contratación.

En caso de que el contratista emplease un programa de computadora especializado que no esté disponible para la Administración, será necesario que el contratista suministre toda la información y consideraciones para realizar el modelado de la estructura, con la respectiva entrada de datos y esquemas gráficos que permitan la verificación de los cálculos.

#### **i. Memoria de cálculo.**

El contratista deberá presentar una memoria de cálculo en un formato claro, tanto por escrito como digital, que cumpla con los siguientes requerimientos:

- Deberá presentarse en un orden lógico: elementos de superestructura, elementos de subestructura, obras adicionales.
- Deberá presentarse un desglose de las características, peso, resistencia y propiedades de los materiales considerados en los diseños.
- Deberá presentarse **sin excepción** el desglose y cálculo de todas las cargas (acciones) consideradas en el diseño, por ejemplo: cargas permanentes, cargas vivas (incluyendo el efecto del impacto, fuerza de frenado, fuerza centrífuga, etc.), eventos extremos (sismo, viento, etc.), empujes de suelo (estático y por sismo) y cualquier otro que se deba tomar en cuenta.
- Deberá justificar el uso de cualquier parámetro que no sea dado en los estudios básicos o establecido como único en las normativas (como un parámetro que vaya en función del tipo de material, en cuyo caso deberá aclarar que se está utilizando ese material y justificar el por qué).
- Deberá presentar **sin excepción** la revisión de deflexiones y vibraciones de la estructura.
- Deberá hacer referencia al artículo correspondiente de la norma utilizada cada vez que utilice una fórmula o tabla específica.
- Deberá presentar el desarrollo completo del cálculo del elemento **al menos en una ocasión**, si el mismo cálculo se repite para otros elementos, podrá presentar una tabla de resultados o solamente el resultado, siempre y cuando haga referencia al artículo de donde extrajo el método de cálculo, ver punto anterior. **No se permite en la entrega de la memoria de cálculo, las tablas resumen sin haber desarrollado mínimo una vez cada uno de los cálculos requeridos.**
- Para todos los elementos se deberá presentar el valor de la relación capacidad/demanda (con la respectiva combinación de esfuerzos en donde aplique). Se debe cumplir lo establecido en el punto 52.1 del cartel.
- Deberá presentar un diagrama con las dimensiones propuestas para los elementos diseñados dentro de la memoria de cálculo.
- En caso de emplear algún programa de computadora especializado se deberá presentar como mínimo:
  - Datos de entrada referente a las propiedades de los materiales.
  - Secciones transversales de los elementos estructurales.
  - Cargas aplicadas para el análisis estructural.
  - Condiciones de apoyo de la estructura.
  - Parámetros de diseño sísmico.
  - Esquemas que describan la geometría de la estructura analizada (en planta, sección y elevación como mínimo).
  - Datos de salida del análisis estructural. Los datos de salida del programa deberán ser seleccionados con los criterios descritos en el párrafo anterior (elementos a diseñar y combinaciones de carga más desfavorables para diseño por flexión, torsión, cortante, carga axial, flexocompresión y cualquier otra sollicitación que resulte aplicable).

- Datos de salida del diseño estructural, los cuales además de presentarse en forma clara, precisa, lógica y ordenada, deberán estar en concordancia con lo indicado en los planos estructurales.
- En caso de emplear hojas de cálculo electrónicas estas deberán ser impresas y presentadas de manera ordenada, incluyendo en el cuerpo de la hoja, como mínimo las siguientes partes:
  - Datos de entrada referente a las propiedades de los materiales.
  - Secciones transversales y geometría de los elementos estructurales.
  - Cargas aplicadas para el análisis estructural.
  - Condiciones de apoyo de la estructura.
  - Parámetros de diseño sísmico.
  - Esquemas que describan la geometría de la estructura analizada (en planta, sección y elevación como mínimo).
  - Acciones y reacciones que controlan el diseño estructural (respaldadas a través del análisis estructural).
  - Proceso de diseño en una secuencia clara, precisa, lógica y ordenada. En este caso, los diversos pasos del proceso de diseño deben ser referenciados a los artículos respectivos del documento principal para diseño y de ser aplicables, a los documentos auxiliares para diseño. Asimismo, la simbología utilizada deberá estar claramente identificada.
  - Se deberán incluir las hojas electrónicas auxiliares para la hoja principal.

**Adjunto con la memoria de cálculo, el diseñador estructural responsable deberá presentar una declaración jurada autenticada por un notario público donde garantice que todos los elementos estructurales de los diferentes componentes del puente tienen su respectivo diseño estructural, incluido dentro del informe de la memoria de cálculo y que cumplen con todos los requisitos solicitados en este cartel, así como, con lo indicado en los códigos, normas y requisitos de la Administración indicados en el punto 52.1 del Cartel.**

### 3.2.3. Diseño geométrico definitivo, señalización y seguridad vial

De haber algún cambio en el diseño geométrico provocado por la estructura definitiva de los puentes, deberán hacerse los ajustes correspondientes a lo presentado en el Informe de Avance N° 1. Se utilizarán las listas de chequeo incluidas en el Apéndice B.

El contratista deberá diseñar el señalamiento vial (horizontal y vertical) y los dispositivos de seguridad vial (sistemas de contención) requeridos.

Se requiere la demarcación vial de la nueva estructura y sus respectivos accesos (línea de centro, líneas divisorias de carril, líneas de borde, flechas direccionales, captaluces y otros) y la instalación de las señales verticales requeridas en la distancia a intervenir de los accesos de aproximación.

Toda demarcación vial que se diseñe se hará de conformidad con el “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), edición 2014 en cuanto a las dimensiones y al tipo de materiales. Con respecto al señalamiento de prevención durante el proceso de construcción de la obra, deberá apegarse a los lineamientos establecidos en el “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, en su Capítulo N°6.

Los sistemas de protección del puente (barreras rígidas, flexibles y amortiguadores de impacto, según corresponda) deberán diseñarse, definir el nivel de contención correspondiente y detallarse.

Deberán incorporarse en el informe a rendir los renglones de pago correspondientes en el sumario de cantidades.

#### 3.2.4. Determinación de la estructura del pavimento.

Se utilizará el procedimiento descrito en el Tomo II de la Guía Simplificada para el Diseño de Pavimentos de Bajo Volumen de Tránsito, y se deberá de presentar la memoria de cálculo correspondiente únicamente al cálculo del TPD y la correlación utilizada para la obtención de módulo de la subrasante, la cual deberá ser replanteable y explicativa. Esta particularidad obedece al hecho de que se utilizará la guía antes mencionada.

El periodo de diseño en este caso será de 10 (diez) años.

En caso de utilizarse ecuaciones para el cálculo del módulo resiliente de la subrasante, éstas deberán ser explicadas en detalle y se deberá de adjuntar la referencia bibliográfica dentro del informe correspondiente.

Para la estructura propuesta, el contratista deberá presentar todas las especificaciones de los materiales a colocar en el proyecto, así como, de la metodología constructiva a utilizar, según CR- 2020.

##### Recomendaciones técnicas generales

El contratista escogerá la estructura que más se adapte a las condiciones del subsuelo, el tránsito proyectado, los materiales encontrados en la estructura existente y la disponibilidad de materiales idóneos en la zona (fuentes con permisos de explotación y buena calidad de materiales) ), de acuerdo al catálogo que se emplea en la Guía de simplificada para diseño de pavimentos de bajo volumen de tránsito. La propuesta de la estructura de pavimento a colocar deberá ser aprobada por la Administración, debiendo para ello presentar 1 (una) estructura de pavimento, bien fundamentada y justificada económica y técnicamente.

#### 3.2.5. Estudio situacional de las afectaciones y/o expropiaciones del diseño definitivo

Lo solicitado en adelante de este apartado deberá ser presentado en la entrega del diseño definitivo, en caso de requerirse expropiaciones sobre fincas colindantes al proyecto. El contratista deberá tramitar los permisos correspondientes para ingresar a cada propiedad, presentando un documento donde haga constancia del permiso del propietario o representante legal.

El contratista deberá presentar un estudio situacional de las fincas afectadas por el proyecto y un esquema por cada una. La elaboración del análisis deberá presentar como mínimo los siguientes criterios que poseen una estrecha relación para seleccionar el área de cada una de las propiedades afectadas y del diseño de afectación definitivo:

- **Accesibilidad a la propiedad:** Una vez definida la ubicación y zona de afectación, se deberá contemplar un análisis del acceso que mantiene la propiedad en comparación con el área afectada. Se espera como resultado del análisis, representación documental y gráfica de la mejora o propuesta de funcionalidad que se requiera para mantener el acceso a la propiedad afectada en condiciones factibles o aceptables para continuar con el uso del bien inmueble de acuerdo con el diseño del proyecto vial. Esto para cada propiedad, tanto en esquema como en informe situacional.
- **Remanente de la propiedad:** Efectuar un análisis del área requerida por el proyecto de infraestructura vial en comparación con el área total que posee la propiedad afectada, en cuanto al uso

o explotación que mantiene la propiedad antes del proyecto y la funcionalidad que dispondrá el bien inmueble posterior a la expropiación. Se espera como resultado obtener, representado de forma documental y gráfica, las eventuales propuestas que deberán ir acorde a los planteamientos estipulados en el Artículo N°17 de la Ley de Expropiaciones y que se generen a partir del análisis del remanente a cada propiedad, así como, la inclusión de los detalles y justificaciones de la determinación del área de afectación y/o futura expropiación, u otros factores involucrados y evidenciados por el contratista al momento de efectuar la evaluación. Esto para cada propiedad tanto en esquema como en informe situacional.

- **Construcciones u obras complementarias:** Con respecto a este punto, el contratista deberá realizar un análisis que considere la afectación de las construcciones u obras complementarias con respecto al área de afectación y/o futura expropiación. Del análisis efectuado, se solicita al contratista presentar una propuesta gráfica de la posible opción ingenieril que se genere para dar solución a las obras afectadas en los casos de expropiaciones parciales. Esto para cada propiedad tanto en esquema como en informe situacional.
- **Referencias catastrales y registrales:** El contratista deberá realizar un análisis de las referencias registrales que vincula cada plano catastrado que se requerirá para tramitar la expropiación. De esta forma, se espera que las referencias registrales utilizadas para la futura elaboración de cada plano de expropiación mantengan datos que vinculen directamente la propiedad afectada por el proyecto de ingeniería y actualizados a la fecha de realización de este, asimismo, la inclusión de información que brinde mayor detalle del derecho de los inmuebles que se encuentran sin inscripción registral. De no haber información registral o catastral deberá hacer la investigación correspondiente con el fin de determinar todo lo referente a la correcta ubicación de la propiedad y por lo tanto del área afectada y/o futura expropiación. Adicionalmente, se deberá referenciar el área afectada y/o futura expropiación desde al menos dos de sus vértices al proyecto. Esto para cada propiedad tanto en esquema como en informe situacional.
- **Servidumbres y accesos excepcionales para uso residencial:** Los accesos soportados por cada propiedad afectada por la futura expropiación, deberán ser analizados por el contratista, el cual deberá proporcionar un estudio y propuesta de la servidumbre afectada por el área de la futura expropiación, manteniendo su uso y compatibilidad con el proyecto de ingeniería y de acuerdo con el Artículo N°12 de la Ley de Expropiaciones. Esto para cada propiedad, tanto en esquema como en informe situacional.

Cabe mencionar que, de acuerdo con los parámetros de análisis de las futuras expropiaciones, se espera recomendaciones o medidas que evidencie el contratista al proceder con dicho estudio, así como, los criterios adicionales que se presenten al seleccionar el área de expropiación que se requiere para el proyecto de ingeniería.

Para cada área de expropiación propuesta se debe entregar un informe situacional en formato .PDF, y un esquema grafico conteniendo los puntos anteriores, en formato .PDF y .DWG.

Junto a este análisis deberá adjuntar copia de la cédula o pasaporte del propietario en caso de ser una persona física, y en caso de persona jurídica copia de la cédula o pasaporte del representante legal de esta (en formato .PDF).

Adicionalmente se debe adjuntar un registro fotográfico de la propiedad, el cual debe tener como mínimo fotografía del frente, fondo, acceso, y demás elementos que a criterio del profesional considere importantes en el caso de que se deba realizar un avalúo administrativo.

### 3.2.6. Planos constructivos.

Se procederá a la elaboración de los planos finales de construcción, en tamaño 0,60 (cero coma sesenta) x 0,90 (cero coma noventa) metros en versión física y digital (compatible con AutoCAD Civil 2017) que constará como mínimo de lo siguiente:

- Portada o carátula: donde se indicará el nombre y la ubicación (en el mapa de Costa Rica y en un mapa local) del proyecto.
  - Logo del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).
  - Logo del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).
  - Título:

**REPÚBLICA DE COSTA RICA  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES  
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD**

- Logo de la empresa o entidad que realiza el diseño.
- Nombre (Ruta Nacional y Sección) del proyecto.
- Ubicación (en el mapa de Costa Rica y en un mapa local) del proyecto.
- Longitud del proyecto (Km).
- Indicación de inicio y fin del proyecto (con sus respectivas coordenadas), en el mapa local.
- Los nombres y firmas de los responsables del diseño.
- Cajetines:
  - Logos del MOPT, CONAVI y empresa o entidad diseñadora.
  - Nombre (Ruta Nacional y Sección) del proyecto.
  - Contenido.
  - Cuadro de recepción oficial.
  - Nombre del diseñador (Diseño: \_\_\_\_\_).
  - Nombre del profesional que aprueba (Aprobó: \_\_\_\_\_).
  - Escala, Hoja y Fecha.
- Lámina de simbología utilizada en el diseño.
- Lámina de “Índice General”.
- Láminas de “Notas generales y detalles geométricos”: en esta lámina se indican las notas generales de diseño, los datos geométricos especiales y las notas generales que se han aplicado. Algunos elementos que se deberán incluir son: clasificación de la carretera, velocidad de diseño, ancho de carriles de circulación, pendiente longitudinal máxima, radio de curvatura mínimo, distancia mínima de parada, peralte máximo en curvas, ancho del derecho de vía (mínimo), designación del vehículo típico de diseño geométrico y carga de diseño para el pavimento, entre otros.
- Datos geométricos especiales.
- Notas generales: esta lámina deberá mencionar aspectos tales como:
  - Especificaciones técnicas.
  - Cuidados que deba tener el contratista en el proceso constructivo.
  - Control de calidad.
  - Normas de diseño a utilizadas.
  - Derechos de vía.
  - Disposiciones sobre servicios públicos.
  - Disposiciones para personas con movilidad reducida Ley N° 7600, en los casos que se necesite, rampas, aceras, paradas de buses, control para semáforos peatonales y otros.
  - Dispositivos de seguridad (señalamiento provisional y definitivo), colocación de captaluces según lo indicado por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control

del Tránsito.

- Indicaciones para cercas de propiedades y entradas de casas, garajes y fincas.
- En casos de posible erosión deberá indicarse el sembrado de vegetación forrajera que ayude a prevenirla.
- Notas de diseño geométrico: clasificación de la carretera, tipo de terreno, TPD y año, tasa de crecimiento, ejes equivalentes, periodo de diseño de la estructura de pavimento, velocidad de diseño por tramos homogéneos, indicando estación de inicio y final de cada tramo, ancho de carriles de circulación, espaldones, sobrecanchos, valores de K mínimos para curvas verticales, pendiente longitudinal máxima y mínima, radio de curvatura mínimo, distancia mínima de parada, peralte máximo en curvas, ancho del derecho de vía (mínimo), designación del vehículo típico de diseño geométrico, carga de diseño para el pavimento, niveles de servicio y demás criterios utilizados en el diseño.
- Cuadro de excepciones: este cuadro se presentará siempre y cuando exista en el proyecto alguna excepción a cualquiera de los manuales que se usarán para el diseño de la carretera, el mismo deberá contener: estacionamiento, tipo de excepción geométrica (radios inferiores a los mínimos, pendientes superiores a los máximos, etc.), con su respectiva justificación y mitigación.
- Cuadro de todas las abreviaturas utilizadas en los planos.
- Detalles de transición para sobre-elevación de entrada y salida.
- Gráficos de curva horizontal y vertical.
- Cuadro de longitud mínima de transición y superelevación en una curva horizontal (SIECA).
- Cuadro de sobre-ancho en curva horizontal.
- Especificaciones de diseño: además de las utilizadas en el diseño, añadir las pertinentes del “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, en su Capítulo 6. En las especificaciones deberá dejarse claramente establecida la responsabilidad de la empresa constructora en implementar dicho señalamiento en su momento y “Control de calidad de materiales y procedimientos constructivos” (conforme a Disposición General N° CM-002-1997).
- Notas de diseño de puentes o alcantarillas:
- Especificaciones de diseño y carga viva.
  - Acero estructural y soldadura.
  - Acero de refuerzo.
  - Hormigón.
- Juntas de construcción, apoyos y juntas de expansión.
- Acabados (señalización vial e indicación de espesor de carpeta asfáltica considerada en el diseño).
- Sistema de protección contra la corrosión. En caso de proponerse el uso de acero estructural, todos los procedimientos de pintura deberán cumplir con los requisitos de la Sección 13 de AASHTO 1996, 16° edición y todas las pinturas deberán cumplir con las especificaciones SSPC del Consejo para Pinturas de Estructuras de Acero (*Steel Structures Painting Council*) y DOD Especificaciones militares americanas (*Military Specification*):
  - SSPC-Paint-9: para la 3° mano de pintura vinílica.
  - SSPC-22: para la pintura epóxica.
  - SSPC-Paint-25: para la 1° y 2° mano de las pinturas aceite-alkídicas.
  - SSPC-Paint-104: para la 3° mano final de las pinturas aceite-alkídicas.
  - SSPC-PS Guía 1700: para las pinturas de uretano.
  - DOD-P-21035 A: para pinturas orgánicas de zinc.
- Láminas de “Secciones transversales y detalles constructivos”:
  - Se mostrarán en dibujos típicos a escala, la inclinación de los taludes de corte y relleno, el ancho: de la explanación, de la corona, de la superficie de rodamiento y del derecho de vía

(mínimo), de los espesores de las diferentes capas de la estructura de pavimento (sub-rasante, sub-base, base y carpeta asfáltica o losa de concreto hidráulico), de los espaldones y del bombeo transversal de la calzada.

- Secciones transversales a lo largo de los pasos de las tuberías transversales a la vía, debidamente rotuladas y a escala apropiada, para su correcta lectura y entendimiento.
  - Tabla de granulometrías y grados de compactación.
  - Resumen claro de la intervención propuesta.
  - Detalles de cordón y caño, bordillos, cunetas y aceras, que muestren su geometría, dimensiones, espesores, resistencia del concreto a utilizar y todas las especificaciones necesarias para su construcción.
  - Se deberá aportar disco compacto que incluya un archivo en formato digital CAD con las secciones transversales a cada 10,00 (diez) metros a lo largo de todo el proyecto, en láminas con escala que permita su impresión en papel de 0,60 (cero coma sesenta) x 0,90 (cero coma noventa) metros, incluyendo los cajetines, tal y como se describen en el párrafo b., de este Apartado. Se verificará en las secciones aportadas que se hayan considerado todas las soluciones de taludes a lo largo del proyecto, por lo que debe mostrar la sección típica sobrepuesta en la sección del terreno natural.
- Láminas de “Resumen de cantidades” (drenajes menores, alcantarillas, obras auxiliares y otros): incluirá un cuadro resumen de todos los renglones de pago, unidades y cantidades de obra. En otro cuadro llamado “Sumario estructural” se mostrará el trabajo a ejecutar en drenajes (canales, cunetas y otros) y alcantarillas (cabezales, tomas y otros), con indicación del estacionamiento, diámetro, clase, longitud de las tuberías y de las alcantarillas, si son de cuadro o de arco, tipo de cajas, cabezales y tragantes y las cantidades correspondientes en cada caso.
  - Láminas de “Detalles típicos de obras viales”: detalles de cajas de concreto, cabezales, tuberías de alcantarillas, vertederos, muros de retención, sub-drenajes, disipadores de energía, cercas, detalles y ubicación de guardacaminos, detalle de accesos a casas, garajes y lotes, bahías para autobuses, carriles para aceleración y desaceleración en intersecciones y de cualquier otro elemento utilizado. Todos los accesos que constructivamente no puedan hacerse según lo indicado en los detalles típicos deberán ser diseñados y deberá presentarse para cada uno planta, perfil y sección, de modo que se determine claramente la solución por implementar.
  - Detalle de intersecciones: incluyendo trazado en planta a escala 1:500 o 1:400 (información topográfica, elementos de curvas horizontales, estructuras principales y otros), perfil de las rampas y la rasante, señalización vertical y horizontal y el drenaje propuesto, mostrando todas las pendientes de la calzada y las estructuras propuestas para el drenaje de aguas pluviales.
  - Láminas de “Detalles de las estructuras de drenaje menor”: indicar todos los detalles constructivos, resumen de cantidades (drenajes menores, alcantarillas, obras auxiliares y otros): incluirá un cuadro resumen de todos los renglones de pago, unidades y cantidades de obra, incluyendo la tabulación de los volúmenes de cada uno de los elementos de obra necesarios para su construcción. En otro cuadro (“Sumario estructural”) se cuantificará el trabajo a ejecutar en drenajes y alcantarillas, con indicación del estacionamiento, diámetro, clase y longitud de las alcantarillas, tipo de cajas, cabezales y tragantes, así como las cantidades correspondientes en cada caso.
  - Láminas de “Señalamiento vial horizontal y vertical”: se deberá incluir un juego de láminas con la información indicada en el aparte anterior.
  - Láminas de “Planta-Perfil”:
    - a. Cada lámina deberá contener la vista en planta y el perfil correspondiente al tramo mostrado en la lámina.
    - b. En planta, en escala 1:1000 se mostrará la información topográfica, Norte, estructuras existentes, bahías para autobuses, carriles para aceleración y desaceleración en intersecciones, línea de propiedad y construcciones existentes (incluyendo su nombre o tipo de inmueble); se anotarán todos los datos para el trazado definitivo (estacionamientos, elementos de las curvas, superelevaciones, sobreamanchos, longitudes de transición y otros), indicación de entradas a

- casas, garajes y fincas, las señales viales (preventivas, restrictivas e informativas), La posición de los amarres de topografía, las curvas de nivel a cada medio metro (resaltando valores cada cinco metros), indicación de inicio y fin del proyecto en las láminas correspondientes con sus respectivas coordenadas, valores de los ejes de coordenadas completos, cuadro resumen de alcantarillas (existentes, nuevas y a sustituir) con toda la información, indicación de destino para todas las calles y en todas las láminas, indicación de cortes, rellenos y bermas con su respectiva simbología, cuadros de información de BM's y PBT's (Este, Norte, Elevación).
- c. Se deberán mostrar todas las estructuras de drenaje propuestas por construir y especialmente las requeridas para el manejo de aguas pluviales.
  - d. Para los sistemas de alcantarillado pluvial se presentarán láminas en planta a escala 1:500 o 1:1000. Se debe indicar el diámetro y tipo de tuberías, sus gradientes, longitudes, ubicación de pozos de registro, tragantes, previstas, descargas e incluir las extensiones fuera del proyecto. Para aquellos casos en que se requiera la evacuación pluvial fuera del corredor del proyecto, se deberán incluir las extensiones de las tuberías con las servidumbres correspondientes y se deberán indicar alineamientos con estacionamientos especiales para estos tramos no paralelos con el alineamiento general de la vía. En perfiles a escala 1:50 o 1:100, se mostrará la rasante propuesta con sus pendientes, el terreno en su forma natural y todas las tuberías, pozos, tragantes y demás estructuras. Se deberán incluir perfiles específicos para los tramos de tubería que no van paralelos al alineamiento de la vía. Cuando exista cruce de tuberías, sean existentes o por construir, se deberán indicar, en los perfiles, a la elevación que va cada tubo y acotar la distancia mínima entre ellos. Todo lo que se muestre en los planos constructivos planta-perfil, debe ser a escala, incluyendo las pendientes de las tuberías.
  - e. En perfil a escala vertical 1:100 (preferiblemente) y horizontal 1:1000 (preferiblemente), se mostrará la rasante propuesta con sus pendientes, el terreno en su forma natural y todas las tuberías, pozos, tragantes y demás estructuras, todos los elementos de curvas verticales, los bancos de nivel (descripción), indicación de inicio y fin del proyecto en las láminas correspondientes con sus respectivas elevaciones, la ubicación a escala de las estructuras de drenaje, así como los sistemas pluviales longitudinales con toda la información de tuberías (diámetro, elevaciones de entrada y salida, pendiente y otros).
  - f. Se deberán incluir perfiles específicos para los tramos de tubería que no van paralelos al alineamiento de la vía. Cuando exista cruce de tuberías, sean existentes o por construir, se deberán indicar, en los perfiles, a la elevación que va cada tubo y acotar la distancia mínima entre ellos. Todo lo que se muestre en los planos constructivos planta-perfil, deberá ser a escala, incluyendo las pendientes de las tuberías.
  - g. Ubicación de las perforaciones de geotecnia (SPT), escala 1:500.
  - h. Ubicación en planta y perfil de las zonas de corte y relleno, así, como de muros u obras de retención con su respectiva referencia al nombre y tipo de muro en las láminas de detalles de geotecnia, escala 1:500.
  - i. Diagrama de superelevaciones: (peralte y longitud de desarrollo de la superelevación).
  - j. Gráfico de sobreanchos.
  - k. Indicación en el cajetín (casilla de contenido), de que estación a que estación es la planta-perfil mostrada.
- Láminas de “Secciones transversales de alcantarillas”: dibujos a escala 1:100, deberá indicarse para cada una de las alcantarillas transversales la longitud, pendiente, sesgo, escala vertical y horizontal, losa de protección (de requerirse), elevación de entrada, centro y salida, tipo de: alcantarilla, cama, cabezal, toma, aletones y demás obras de mitigación. Es fundamental presentar alineamiento y perfil, de todas aquellas tuberías que evacuarán las aguas de un sistema pluvial longitudinal, desde su inicio hasta el punto de desfogue final, a fin de garantizar el correcto diseño.

- Láminas de “Esquemas de ubicación de bancos de nivel y red de puntos primarios”: Deberá incluir la simbología respectiva, coordenadas de Bancos de Nivel, mojones para control en zonas de puentes y puntos primarios establecidos con GPS.
- Lámina de “Datos de PI”: cuadro resumen que incluya, PI#, estación, Este, Norte, azimut y distancia.
- Lámina de “Datos de curvas verticales”: cuadro resumen que incluya, PI#, Estación, Punto de Comienzo (PC), Punto de Término (PT), delta, radio (R), T, longitud de la curva, externa (con su respectivo signo), Norte y Este.
- Láminas de puentes:
  - a. Cuadro con estimación de cantidades.
  - b. Geometría: escalas, estacionamientos y elevaciones en puntos notables, claro vertical mínimo (en el punto más crítico), Norte, ángulos importantes.
  - c. Planta y perfil: en planta a escala 1:500 o 1:1000 se mostrará el plano topográfico, detalles, línea de propiedad y construcciones existentes; se anotarán todos los datos para el trazado definitivo de las estructuras (estacionamiento, elevaciones de ingreso y de salida y otros), la posición de los amarres de topografía y las curvas de nivel (cada medio metro). En perfil a escala 1:100 o 1:200 se mostrará el perfil longitudinal de la rasante propuesta del puente, mostrando los datos de los estudios de suelos (estacionamiento y profundidad) y los bancos de nivel; asimismo, deberá aparecer las estructuras en toda su longitud y el cauce del río.
  - d. Sentido y dirección de la corriente del río, niveles máximos y normales del agua, dibujados de forma superpuesta con: en el perfil de terreno actual por línea de centro de las estructuras a construir, perfil de terreno actual en el borde las estructuras a construir aguas arriba y aguas abajo del mismo.
  - e. Perforaciones de suelos, mostrados en planta y elevación, con la descripción de las capas en las perforaciones.
  - f. Ubicación por coordenadas de las estructuras, perforaciones, perfiles geofísicos y cualquier otra información que requiera ser referenciada geográficamente.
  - g. Plantas, elevaciones y secciones de las estructuras, que incluyan la geometría, dimensiones y espaciamientos de todos los elementos, por ejemplo: dimensiones de los claros, anchos de superficie de rodamiento, bombeo, ancho de aceras, espesor de losa, sistema de drenaje, tipo de baranda, sección transversal de vigas de piso y vigas transversales, detalles de los bastiones, pilas, protecciones contra erosión y socavación y cualquier otro que se considere conveniente.
  - h. Plantas, elevaciones y secciones de todas las estructuras con el refuerzo estructural de acero regular y acero pre-esforzado, el número (refuerzo convencional), cantidad, localización, dimensiones y espaciamientos.
  - i. Detalles de conexiones, anclajes, apoyos, secciones especiales.
  - j. Especificaciones especiales de diseño, que incluya fuerza de gata de elementos pretensados y post-tensados, según corresponda.
- Planos de logística: 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 periodo de utilización, método de explotación, uso, rendimientos, facilidades de acceso y las distancias de transporte de acuerdo con el diagrama de distribución que lo deberá acompañar.
- Planos generales de geotecnia: perfil geotécnico: del análisis de estabilidad de taludes (escala legible) y planos de diseño detallado de secciones de obras de retención o muros, en escala 1:50 (se deberá especificar estrato donde cimentar y capacidad de soporte donde se cimentarán las obras). Además de las especificaciones del proceso constructivo, así como las especificaciones de los materiales a utilizar junto con las referencias al CR-2020 o última versión vigente.
- Planos de las cuencas tributarias a los sitios en estudio (hidrología) (escala 1:10000 excepto en las áreas que no poseen plano en dicha escala). Estos planos deberán contener la delimitación de cuencas utilizadas en las memorias de cálculo para los diferentes diseños de estructuras para el

manejo de aguas en el proyecto, según lo indicado en los apartados correspondientes de estos términos de referencia. Estos se deberán incluir en la memoria de cálculo y no con los planos constructivos del proyecto.

- Láminas de servicios afectados: láminas de vista en planta, escala 1:1000, indicando todos los servicios públicos y demás estructuras a remover o reubicar, con su respectiva simbología.
- Lámina de coordenadas del eje.
- Deberá presentarse en informe aparte las tablas de conformación de la subrasante cada 20,00 (veinte coma cero) metros para terreno plano y cada 10,00 (diez coma cero) metros para terreno ondulado y urbano, indicando (estación, elevación borde izquierdo, elevación línea de centro, elevación borde derecho).
- Secciones típicas: en estas láminas se requiere que se muestren los espesores diseñados, junto con las características de los materiales a colocar según las especificaciones del CR-2020 o última versión vigente, también deberá contar con un resumen claro de la intervención propuesta.

Se presentarán 2 (dos) ejemplares impresos de la versión final de los planos constructivos con la firma de los profesionales responsables de cada área. El primer ejemplar se presentará dentro de los 2 (dos) días posteriores a la aprobación del Informe Final, y el segundo ejemplar se entregará luego del registro de los planos ante el CFIA, por lo que deberá contar con el respectivo sello. Se deberá entregar también junto con los planos físicos un archivo en formato .PDF en un dispositivo de almacenamiento USB (debidamente firmados con certificados digitales válidos y vigentes, emitidos por el Banco Central de Costa Rica).

### **3.2.7. Especificaciones técnicas.**

El contratista deberá presentar en este informe, todas las especificaciones técnicas (para materiales y proceso constructivo) que se deberán contemplar durante el proceso constructivo y, en caso de que se requieran especificaciones especiales, están deberán venir justificadas con amplitud.

Deberá indicarse la brigada mínima de trabajo para la etapa de ejecución (mano de obra y maquinaria).

#### **i. Metodología y secuencia constructiva.**

El contratista deberá presentar en el informe escrito y en los planos constructivos, una lámina donde se especifique la metodología y secuencia constructiva recomendada en concordancia con el diseño final. En este apartado se debe incluir la propuesta del paso provisional a construir en el sitio, en caso de que se requiera para mantener el paso ininterrumpido en el sitio durante la ejecución del proyecto.

#### **ii. Programa de mantenimiento.**

El contratista deberá incluir un programa de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo, de la estructura de puente diseñada, tomando en consideración las características propias de esta y las condiciones existentes en la zona en que se desarrollará el proyecto.

### **3.3. Informe de Avance N° 3.**

#### **3.3.1. Presupuesto de la obra diseñada.**

El contratista deberá presentar el presupuesto y lista de cantidades detallada (incluyendo estructura, obras adicionales, accesos y otros), lo que implica la inclusión de todos los renglones de pago necesarios, con las respectivas cantidades y costos asociados, para la ejecución del proyecto en la fase constructiva, de conformidad con la información contenida en los planos constructivos aprobados por

la Administración.

Asimismo, deberán incluirse dentro del sumario general de cantidades, aquellas cantidades correspondientes a las actividades de: paso temporal, desmantelamiento o demolición, traslado y almacenamiento de la estructura existente, según corresponda.

Igualmente, deberá incluirse la reubicación de servicios públicos –en caso de que existiesen en el sitio y fuese necesario– de todas las instalaciones de ductos telefónicos, tuberías de agua potable y de aguas negras, ductos de suministro de combustible, postes y tendido eléctrico y de cualquier otro servicio. La reubicación deberá ser efectuada considerando su posición original y la nueva elevación de la superestructura del puente a construir.

El presupuesto de la obra se hará a partir del diseño final, indicando los diferentes renglones de pago (de conformidad con el CR-2020 o última versión vigente), descripción de los mismos, unidades de medida, cantidades, costos unitarios y costos totales por renglón de pago.

Se deberá presentar el desglose de precio total del presupuesto indicando el precio en colones costarricenses (¢) y el porcentaje correspondiente para cada rubro, desglosado en los siguientes elementos: costos fijos, repuestos, combustibles, lubricantes, llantas, mano de obra, materiales, utilidad, imprevistos, administración, dirección y total.

Para cada renglón de pago se deberá presentar su respectiva memoria de cálculo y estructura de precios.

Se deberá indicar la información de las fuentes de materiales pétreos consideradas y la maquinaria, equipos y brigadas mínimas requeridas en la fase constructiva.

### **3.3.2. Estudios para evaluación ambiental**

#### **a. Inventario Forestal.**

El contratista deberá contar, ya sea de planilla o subcontratado, con un ingeniero forestal, quien deberá realizar las siguientes actividades:

- Levantar el inventario forestal dentro del área de impacto directa (zona requerida de corta, actividad a coordinar con la ingeniería del proyecto y según los diseños aprobados) para lo cual se tomará como base 50 (cincuenta) metros aguas arriba y debajo de cada margen de río y 50 (cincuenta) metros a ambos lados de los accesos. No es aceptable, bajo ninguna circunstancia, que el inventario lo realice otro profesional distinto al aprobado en la oferta.
- El profesional deberá identificar correctamente las especies forestales e identificar áreas con restricciones de corta. En caso de no poder identificar una especie, el ingeniero forestal deberá acudir a un profesional de los herbarios existentes en el país. No se aceptará inventarios con especies no identificadas, en ninguna circunstancia.
- El profesional deberá anotar de cada árbol según: especie, familia, nombre común, diámetro, altura comercial, volumen comercial (cuando exista altura comercial), ubicación en coordenadas CRTM05 (una columna eje x, otra para ejes y). Solo deberá anotar altura comercial en aquellas especies que son estrictamente comerciales para aserrío, en caso de especies sin valor comercial de aserrío deberá anotar en altura comercial 0 (Cero). De igual forma, los árboles de especies maderables con defectos que hagan imposible aprovechar la madera, deberá anotar como altura comercial 0 (cero) y anotar en una columna llamada "Defecto", el tipo de defecto correspondiente. Recordemos que la madera

con valor comercial aserrable se debe entregar al MINAE, para que estos posteriormente hagan donación a una junta educativa, por lo que no se puede sobre estimar la madera a entregar.

- Se recomienda que, previo a la ejecución del inventario, el profesional consulte vía oficial a la oficina de MINAE correspondiente, el diámetro mínimo a tomar para el inventario. Lo anterior porque la definición de árbol es muy ambigua y el criterio puede cambiar entre oficinas.
- Para cada especie identificada se deberá tomar una foto a las hojas y al tronco, para corroborar la adecuada identificación de los árboles. Este registro deberá guardarse en un archivo digital y entregarse en el mismo formato.
- Indicar aquellas especies en veda según la legislación nacional vigente.
- Corroborar en campo y con otras herramientas, como el visor público de la Dirección de Aguas, la existencia de áreas de protección, según los artículos 33 y 34 de la ley forestal.
- Anotar el tipo de categoría a la cual pertenecen los árboles, según las siguientes:
  - 1- Árboles regenerados en derecho de vía.
  - 2- Árboles en áreas de protección.
  - 3- Árboles en cercas vivas.
  - 4- Árboles en bosque.
  - 5- Árboles en propiedades privadas.
- Anotar si los árboles se encuentran en derecho de vía o en propiedades con folio, indiferentemente de que éstas sean del gobierno. Para esto deberá apoyarse en las ingenierías de los proyectos.
- Indicar si los árboles se encuentran se encuentran en Áreas Silvestres Protegidas.
- Indicar si existen restricciones de pendiente.
- Indicar si los árboles se ubican en zona marítimo terrestre.
- Tendrá que hacer referencia de aquellos árboles cuya corta pueda hacer afectación de líneas eléctricas.
- Marcar con un código consecutivo cada árbol a inventariar. Este deberá mantener el mismo consecutivo en un mismo proyecto, indiferentemente de que el proyecto tenga varios sitios de muestreo, Ej. en un proyecto de varios puentes, deberá mantener el mismo consecutivo para todos los puentes. Deberá utilizar pintura de alta calidad, preferiblemente fosforescente que permita identificar los árboles por al menos 1 (un) año, además, utilizar siempre el mismo color de pintura en un mismo proyecto. En caso de que un árbol no se pueda marcar por las siguientes circunstancias: peligro por serpientes, hormigas, avispas, abejas, ratas,, excremento humano, peligro de caída por pendiente, amenazas por parte de personas, amenaza por descarga eléctrica, entre otros; el profesional deberá anotarlo en el inventario y guardar registro fotográfico del árbol en una carpeta digital.
- Contar para el inventario del siguiente equipo:
  - 1- Cinta métrica o diamétrica.
  - 2- Dispositivo GPS.
  - 3- Prensa para guardar muestras.
  - 4- Resortera, podadora de extensión en caso de requerir tomar muestras a gran altura.

- 5- Libretas, masking tape blanco.
- 6- Pintura en aerosol (*spray*) de alta calidad.
- 7- Cinta topográfica.

- Previa coordinación con CORBANA, deberá anotar en el informe, el nombre del funcionario de CONAVI con quien delimitó el área del inventario.

Entregar como producto un documento impreso con el inventario original y firmado por el profesional respectivo. Además, deberá entregar en formato digital copia del inventario en formato Word (.doc), las listas de especies en formato Excel (.xls), los archivos *shape* en formato *Esri Shape file (.shp)* georreferenciado con coordenadas CRTM05 del inventario forestal, con la misma información del inventario en la tabla de atributos, el croquis de la ubicación de los árboles según lo solicitado en el Decreto Ejecutivo N°38863, con sobreposición de la Hoja Cartográfica respectiva, sobreposición de la capa de cobertura boscosa Fonafifo 2000, y sobreposición de los árboles en una imagen del programa *Google Earth* (los derechos de vía no tienen plano de catastro), la carpeta digital con las fotografías de las especies identificadas encontradas y la carpeta digital con las fotografías de los árboles que no se pudieron señalar (pintura ni cinta).

- Los árboles existentes en todas las áreas donde existan elementos diseñados y que requieran de corta, se deberán evidenciar en el levantamiento de topografía. También se deberá indicar en una lámina (tipo planta) las estructuras existentes y las diseñadas, la presencia de esos árboles, el derecho de vía, el mosaico catastral aprobado, las líneas de cerca de las propiedades privadas, el espejo de agua y las curvas de nivel, con el fin de evidenciar la ubicación de los árboles a cortar, tanto en el derecho de vía como en el área de protección de los cuerpos de agua. Dicha lámina o láminas deberán de ser entregadas en formato .DWG y .PDF.

### 3.3.3. Certificaciones.

Junto con la versión definitiva de cada uno de los entregables de este proyecto, debidamente aprobado por la Administración, se deberá presentar una declaración jurada de que los estudios preliminares cumplieron con lo solicitado en el presente documento de requerimientos, así como con los códigos y normas aplicables según la legislación nacional y las buenas prácticas de la ingeniería.

Tal documento será firmado por cada uno de los profesionales responsables de las áreas técnicas involucradas en la ejecución de este proyecto y por el representante legal del contratista:

- Levantamiento topográfico.
- Estudio hidrológico e hidráulico.
- Estudio geotécnico.
- Diseño estructural.
- Diseño geométrico y señalización vial.
- Especificaciones y presupuesto.
- Estudios para la evaluación ambiental.

La anterior certificación, se fundamenta en que el contratista y los profesionales por él contratados, son responsables tanto de la calidad técnica de los trabajos que desarrolle y servicios realizados, como de las consecuencias que para la Administración o para terceros se deduzcan de las omisiones, errores, métodos inadecuados o conclusiones incorrectas en la ejecución de esta contratación y del producto a futuro. En esos términos, el contratista y los profesionales ofrecidos por él están obligados a cumplir con lo propuesto en su oferta, y con cualquier manifestación formal respaldada en un documento aportado durante el curso del procedimiento de contratación o en la formalización del contrato.

Lo anterior, implica una responsabilidad del contratista desde la óptica del ejercicio de su profesión; al respecto, el artículo 55 del Decreto Ejecutivo número 3414-T “Reglamento Interior General del CFIA”, dispone lo siguiente: “(...) Los estudios, diseños, cálculos y demás etapas de la preparación del proyecto, ejecutados conforme al contrato por servicios profesionales, deberán presentarse firmados por un miembro del Colegio Federado indicando su número de registro y dicho miembro será el responsable profesionalmente por el proyecto en todos los aspectos que competen a la contratación. El proyecto podrá ser firmado por varios profesionales y en este caso cada profesional responderá por la parte que realizó en el proyecto (...)”.

## **APÉNDICE A: REFERENCIAS TOPOGRÁFICAS**

## Sección 2. Estructura directorios según documento de requerimientos

### CARPETA PROYECTO

#### i. LEVANTAMIENTO DE DETALLES

*(Solo para el caso de modificaciones a la información suministrada)*

##### i.1 Levantamiento

iv.1.1 Descripciones

iv.1.2 Nube de puntos

iv.1.3 Modelo digital del terreno

##### i.2 Gráficos

iv.2.1 Plano Topografía

iv.2.2 Perfil Longitudinal y Transversal de Carretera

iv.2.3 Perfiles Transversales del Puente

iv.2.4 Perfil Longitudinal y Transversal del Cuerpo de Agua

iv.2.5 Perfiles Adicionales

iv.2.6 Servicios Públicos

#### ii. AFECTACIONES - POSIBLES EXPROPIACIONES

##### ii.1 Mosaico catastral de afectaciones

##### ii.2 Información Predios afectados

ii.2.1 Número de Consecutivo1\_Identificador Predial

ii.2.2 Número de Consecutivo2\_Identificador Predial

#### iii. REPORTE TOPOGRÁFICO

#### iv. ESTUDIO SITUACIONAL

iv.3.1 Informe situacional

iv.3.2 Esquema gráfico situacional

## **APÉNDICE B LISTAS DE CHEQUEO**

## 1. Diseño Geométrico

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>Generalidades</b>						
<b>1</b>	<b>Juego de láminas de planos constructivos</b>					
1.1	Lámina de Portada					
1.2	Lámina de Notas Generales					
1.3	Lámina de Planta y Perfil					
1.4	Lámina de Sumario de Estructuras					
1.5	Lámina de Sumario de Cantidades					
1.6	Lámina de Secciones Típicas					
1.7	Lámina de Secciones Transversales					
1.8	Lámina Hidráulica					
1.9	Lámina de Detalles					
1.10	Lámina de Seguridad Vial					
1.11	Láminas con dimensiones adecuadas (900mm por 600mm).					
1.12	Laminas con adecuado estilo de ploteo.					
1.13	Laminas no poseen la escala indicada					
<b>Portada</b>						
<b>2</b>	<b>Lámina de Portada</b>					
2.1	Incluye la ubicación del proyecto con el inicio y fin del mismo, con base en una hoja Cartográfica a una escala adecuada					
2.2	Indica el norte					
2.3	Indica los destinos de calles o rutas					
2.4	Indica el nombre y el alcance del Proyecto					
2.5	Indica tipo terreno en función de las pendientes naturales (plano, ondulado o lomario y montañoso)					
2.6	Indica los datos de tránsito promedio diario (TPD)					
2.7	Indica la Clasificación funcional de la Carretera					
2.8	Indica la velocidad de diseño					
2.9	Indica el vehículo de diseño					
2.10	Indica el nombre de la empresa y los profesionales responsables del diseño					
2.11	Indica la fecha de elaboración de los planos					
2.12	Incluye índice de láminas					
<b>Notas generales</b>						
<b>3</b>	<b>Lámina de Notas generales</b>					
3.1	Especifica la intervención de pavimentos					
3.2	Esta el cuadro de simbología utilizada en los planos					
3.3	Indica la pendiente transversal en la Sección Típica					
3.4	La pendiente transversal no está entre:					
3.4.1	Tipo de superficie alto (lisas o antideslizantes) entre 1,5% y 2,0%					
3.4.2	Tipo de superficie Bajo (lastre) entre 2,0% y 6,0%					
3.5	El ancho del carril esta entre 3,30 y 3,65 metros					
3.6	Se indican los sentidos de circulación					

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
3.7	Existe espaldón externo					
3.8	El ancho de espaldón externo cumple con la clasificación de la vía					
3.9	El ancho de espaldón interno cumple la clasificación de la vía (cuando aplique)					
3.10	Se indica acera (cuando aplique)					
3.11	El ancho de la acera es de 1,2 metros					
3.12	Las aceras contemplan losetas táctiles y detalles en función de la Ley 7600					
3.13	Indica las secciones de los muros de contención (cuando aplique)					
3.14	Indican las pendientes de los taludes en corte					
3.15	Indican las pendientes de los taludes en relleno					
3.16	Indican bahías de buses (cuando aplique)					
3.17	Las dimensiones de las Bahías cumplen con las especificaciones (cuando aplique)					
3.18	Indicar barreras de contención (cuando aplique)					
3.19	Indicar barandas peatonales (cuando aplique)					

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>Geometría</b>						
<b>4</b>	<b>Geometría</b>					
4.1	Planimetría					
4.1.1	Se indican las líneas del trazado propuesto.					
4.1.1.1	Se indica claramente el trazado existente en la Ruta Nacional y el trazado propuesto por el desarrollador.					
4.1.2	Se indica el nuevo eje propuesto, de acuerdo con los parámetros establecidos para la velocidad de diseño.					
4.1.3	Se indican en el eje propuesto los estacionamientos cada 20.0m.					
4.1.4	Se indican los linderos de propiedad de acuerdo con lo indicado en el catastro.					
4.1.5	Se indican las líneas de orillas de asfalto o carriles					
4.1.6	Se indica el derecho de vía de acuerdo con lo indicado en el catastro de la propiedad.					
4.1.7	Se indican los datos de curvas horizontales					
4.1.8	Los radios de las curvas horizontales cumplen con la velocidad de diseño correspondiente					
4.1.9	Se incluyen los parámetros de las espirales (cuando aplique)					
4.1.10	Se indica la transición del asfalto existente con la nueva propuesta de ampliación (cuando aplique).					
4.1.11	La longitud de rampas de aceleración corresponde a la velocidad de diseño (cuando aplique)					
4.1.12	La longitud de rampa de desaceleración corresponde a la velocidad de diseño (cuando aplique)					

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

ID	Descripción		Presenta		Cumple		Observaciones
			Sí	No	Sí	No	
4.1.13	La distancia de visibilidad corresponde a la velocidad de diseño (cuando aplique)						
4.1.14	Se incluye el sobreancho en las curvas (cuando aplique)						
4.1.15	Se indica el retiro de construcción del proyecto.						
4.1.16	Se indica la topografía del proyecto.						
4.1.17	Muestran la proyección de los taludes de corte y relleno.						
4.1.18	La nomenclatura utilizada en las láminas concuerda con lo indicado en el cuadro de simbología.						
4.1.19	Se indican las entradas a garaje.						
4.1.20	Mostrar las intersecciones que se modificaron debido al cambio en el alineamiento vertical de la ruta nacional (cuando aplique)						
4.1.21	Indican los muros de contención (cuando aplique)						
4.1.22	En la planta se indican y están acotados todos los elementos de la sección típica (ancho de carriles efectivos, aceras, bordillos, espaldones, barrera rígida, cunetas etc.)						
4.1.22.1	Se indican y están acotados los anchos de carriles efectivos						
4.1.22.2	Se indican y están acotadas las aceras						
4.1.22.3	Se indican y están acotados los bordillos						
4.1.22.4	Se indican y están acotados los espaldones						
4.1.22.5	Se indican y están acotados las barreras rígidas						
4.1.22.6	Se indican y están acotadas las cunetas						
4.1.22.7	Se indican y están acotados otros elementos						
4.1.23	Se indican los radios de la espalda del cordón y caño en las intersecciones de los accesos						
4.1.23.1	Los radios de la espalda del cordón y caño en las intersecciones de los accesos están de acuerdo con el vehículo de diseño del proyecto.						
4.1.24	Se indican las rampas para discapacitados.						
4.2	Altimetría						
4.2.1	Se muestra la rasante en el perfil						
4.2.1.1	Se muestra los niveles de rasante a construir en el perfil						
4.2.1.2	Se muestra los niveles de rasante existente en el perfil						
4.2.3	Se muestra datos de las curvas verticales:						
4.2.3.1	Punto de inicio de curva vertical (PCV)						
4.2.3.2	Punto de intersección de la curva vertical (PIV)						
4.2.3.3	Punto de finalización de la curva vertical (PTV)						
4.2.3.4	Longitud de la curva vertical						
4.2.3.5	Externa (E.)						

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>Geometría</b>						
	4.2.4	El factor K en cresta corresponde a la velocidad de diseño				
	4.2.5	El factor K en columpio corresponde a la velocidad de diseño				
	4.2.6	Se indica el diagrama de superelevación (cuando aplique).				
	4.2.7	Se indica el diagrama de sobreechamientos (cuando aplique)				
	4.2.8	Se indican los estacionamientos de inicio y final de cada una de las estructuras a construir (puentes, alcantarillas o pasos a desnivel) (cuando aplique)				
<b>Láminas de secciones transversales</b>						
<b>5</b>	<b>Las secciones transversales</b>					
	5.1	Las secciones indican el estacionamiento respectivo				
	5.2	Se muestra la estructura del camino con todos los elementos que lo componen				
	5.3	Se muestran los muros de contención (cuando aplique)				
	5.4	Se indican las áreas de corte				
	5.6	se indican las áreas de relleno				
	5.7	Se muestran las superelevaciones				
<b>Láminas de detalles</b>						
<b>6</b>	<b>Láminas de detalles</b>					
	6.1	Falta un detalle o varios detalles de los elementos utilizados				
	6.2	El detalle utilizado corresponde				
	6.3	Se indican las escalas y están de acuerdo con la indicadas en los detalles.				
	6.4	Se indican las dimensiones de las estructuras utilizadas				
	6.5	Se indican las unidades de las estructuras utilizadas				
<b>Lámina de sumario de cantidades</b>						
<b>7</b>	<b>Lámina de sumario de cantidades</b>					
	7.1	Se incluyeron todos los reglones de pago.				
	7.2	Los reglones de pago están de acuerdo al CR-2020 y sus actualizaciones.				
	7.3	La unidad de pago es la correcta para cada ítem.				
	7.4	El ítem indicado se adecua a la actividad a realizar.				
	7.5	Faltan actividades (ítems) por indicar.				
	7.6	Los subtotales están bien sumados.				
	7.7	La cantidad es la correcta para el ítem indicado.				
	7.8	Los totales están bien sumados.				
	7.9	Se aportaron las memorias de cálculo.				

**2. Estudio Hidráulico e hidrológico**

Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
	Sí	No	Sí	No	
Delimitación adecuada de las cuencas tributarias a cada una de las estructuras para manejo de aguas pluviales, mostradas en un plano a escala legible, sobre la información cartográfica o de levantamientos topográficos más precisa posible, mostrando claramente las elevaciones del terreno.					
Tabla con las principales características de las sub cuencas hasta donde se propone colocar cada una de las estructuras, tales como área, longitud de cauce principal, diferencia de elevación, entre otros; así como el estacionamiento aproximado, dentro del proyecto, del sitio donde se colocará cada estructura.					
Se revisa correctamente la capacidad hidráulica del sistema de alcantarillado pluvial existente, y se presentan las memorias de cálculo correspondientes, en caso que aplique, demostrando si es posible conectar aguas a dicho sistema.					
Se presentan planos constructivos a escala y con toda su información clara y legible.					
Se debe indicar dónde se desfogan las aguas del proyecto y en caso de ser al sistema de la Ruta Nacional, se debe demostrar que tiene la capacidad requerida. Para esto, es necesario definir la cuenca tributaria a dicho sistema en el punto de desfogue, utilizando la información cartográfica o de levantamientos topográficos más precisa posible, mostrando claramente las elevaciones del terreno y demostrar que el aporte con el proyecto es menor a la condición original. En caso de utilizar lagunas de retención, se aportan las memorias de cálculo y planos constructivos demostrando que todas las aguas del proyecto van a la laguna.					
Utilizar los registros con información hidrológica más completos y actualizados que existe en el país, de acuerdo con el nivel de precisión necesario en función del tipo de obra por diseñar (meteorológica, de medición de caudales, lluvia, entre otra).					
Distancia máxima entre tragantes y/o pozos pluviales de 120 metros.					
Se indica detalle de cama apropiado, de acuerdo con el tipo de tubería utilizada y el estudio de suelos correspondiente. Deben estar los detalles en los planos constructivos.					
Se utiliza el método racional solamente en cuencas con áreas menores a 2,5 (dos coma cinco) km <sup>2</sup> .					
Cálculos hidráulicos para el dimensionamiento y ubicación (tanto en planta como elevación) de las estructuras para manejo de aguas pluviales por construir.					
Memorias de cálculo que respalden todos los resultados presentados (datos de entrada, ecuaciones, consideraciones para diseño) debidamente firmadas por el profesional responsable, facultado para realizar tales labores e incorporado al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. En el caso de modelos computacionales, el contratista debe indicar los datos de entrada, el tipo de modelo utilizado y la información de salida, así como las limitaciones del programa y su calibración, según aplique. Cuando existan obras para drenaje pluvial que se pretendan incorporar al sistema por construir, debe indicarse las dimensiones y condiciones del sistema existente (número, estación, diámetro, material, longitud, estado, elevación de entrada					

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
	Sí	No	Sí	No	
y salida, entre otros). Para estas obras, deben realizarse memorias de cálculo donde se demuestre que las estructuras por conservar tienen las dimensiones y condiciones apropiadas para su correcto funcionamiento, así como considerar el caudal que aportan al sistema por construir.					
Se realiza el diseño hidráulico de los drenajes mayores utilizando un período de retorno de 100 (cien) años, drenajes menores transversales a la vía utilizando 50 (cincuenta) años o drenajes menores longitudinales a la vía, utilizando un período de retorno de 25 (veinticinco) años. Se acepta un período de retorno de 10 (años) en drenajes menores aportando justificación razonable por escrito en la memoria de cálculo.					

Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
	Sí	No	Sí	No	
Diámetro mínimo para tuberías entre pozos de registro o cabezales en pasos transversales bajo la carretera, será de 0,90 (cero coma noventa) metros, de acuerdo a lo establecido en el Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica. Para sistemas de alcantarillado pluvial donde todas las entradas de agua sean mediante tragantes con rejillas o varillas separadas 0,10 (cero coma diez) metros entre sí, se podrán utilizar tuberías de 0,60 (cero coma sesenta) metros de diámetro entre tragantes y pozos, siempre que se demuestre que su capacidad lo permite. Las tuberías existentes, en el área por intervenir que no cumplan con estos diámetros, deberán ser sustituidas.					
Todas las estructuras deben permitir limpieza de acuerdo a las metodologías contempladas por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes para esta fin, utilizando los carteles para mantenimiento de la Red Vial Nacional Pavimentada.					
Alcantarillas diseñadas como canal abierto, deben tener un tirante hidráulico máximo de 0,75 (cero coma setenta y cinco) veces el diámetro de la tubería y se debe revisar el control a la entrada y a la salida, seleccionando la condición más crítica.					
Profundidad máxima de 3,60 metros entre la rasante terminada y la corona del tubo, salvo casos especiales muy justificados.					
En caso que aplique, si se proponen sistemas para alcantarillado pluvial, deben mostrarse estos en los planos constructivos de planta y perfil. En estos se debe indicar el estacionamiento y coordenadas donde se ubicaría cada una de las estructuras propuestas, así como la elevación terminada, la de fondo y demás información relevante. Todos los pozos deben llevar una numeración consecutiva para todo el proyecto. Lo mismo, pero con un consecutivo distinto o algo que lo diferencie, debe cumplirse para tragantes y otras estructuras repetitivas en el sistema pluvial. Además, para cada tramo de tubería, debe indicarse pendiente, longitud, diámetro, tipo de tubería y demás información necesaria para su construcción. En cuanto a las estructuras mostradas en dichos planos constructivos, debe indicarse claramente qué es cada una, mediante texto con flechas. Esto incluye también el cordón y caño, así como el resto de líneas y estructuras que se muestren.					

Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
	Sí	No	Sí	No	
En el caso de las intersecciones, se elaboran planos en planta donde se indique claramente las diferentes pendientes tanto de la calzada terminada, como de los caños y/o cunetas. Las soluciones para el manejo de las aguas pluviales de la intersección deben indicarse claramente en esas láminas.					
Se incluyen todos los detalles de las estructuras mostradas en los planos constructivos en planta - perfil. En estos últimos debe indicarse el número de lámina donde se muestra cada detalle y el nombre con que se le denomina en la lámina respectiva, con el fin de poder identificarlos fácilmente. Estos detalles deben ser lo suficientemente claros y tener la información necesaria que permita entenderlos y construirlos correctamente.					
Diseño estructural de los detalles constructivos correspondientes en planos, excepto las tuberías y los elementos que cumplen con las normas correspondientes vigentes, definidas por INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica), reglamentaciones como la última versión vigente de la Reglamentación Técnica para Diseño y Construcción de Urbanizaciones, Condominios y Fraccionamientos, del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, entre otros a los cuales se cite su fuente, la cual esté debidamente respaldada. En caso de no existir detalles específicos con las mismas dimensiones, se presentan los diseños estructurales en concreto armado de tales elementos. Los tragantes son los especificados en las Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras del MOPT.					
En todos los sitios donde la infraestructura de la vía intercepta la escorrentía del terreno natural en la coronación de un corte, en bermas y pies de taludes o muros, se indica en planos constructivos cunetas a las cuales se demuestra en la memoria de cálculo que tienen la sección hidráulica requerida.					

Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
	Sí	No	Sí	No	
Se cumple que la pendiente mínima, en sentido longitudinal, de todas las cunetas y caños, sea del 0,3 (cero coma tres) %, excepto en las cunetas con caudales de diseño superiores a 5 m <sup>3</sup> /s, las cuales deben estudiarse especialmente y demostrarse adecuadamente. Además, del lado de la vía, la pendiente de la sección transversal de la cuneta es como mínimo de 4 (horizontal): 1 (vertical).					
Las entradas a propiedades cruzando las cunetas propuestas (vados), deberán indicarse mediante una losa de concreto armado, construida de forma tal que no le reste sección hidráulica a la cuneta propuesta. No se acepta el uso de tuberías con cabezales que luego depositen las aguas de nuevo a cunetas con diámetros menores al mínimo establecido; pues se restringe el flujo a lo largo de la cuneta, restándole capacidad al sistema.					
No existen puntos bajos en las vías por mejorar sin solución pluvial. Toda la escorrentía superficial se canaliza y es conducida a puntos de desfogue apropiados.					
Se verifica correctamente si es necesario proponer obras para protección contra erosión y en caso necesario se diseñan y presentan las estructuras requeridas en los planos constructivos.					

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
	Sí	No	Sí	No	
Todos los desfuegos de aguas pluviales se realizan en cumplimiento con lo que se establece en el Artículo 20 de la Ley de Caminos Públicos vigente, en un cauce natural que tenga capacidad para recibir el vertido.					
Se muestra en los planos constructivos una vista en planta y otra en perfil de todos los sitios para desfogue, incluyendo topografía detallada con elevaciones de los puntos tomados y levantamiento de toda la infraestructura existente, donde se indiquen a qué corresponde cada aspecto indicado.					
Se cumple que, en la medida de lo posible, cuando sea viable utilizar varias opciones de estructuras transversales para el paso de aguas bajo la vía, se escoja la que presente menos posibilidad de obstruirse con materiales que arrastre el agua. Es preferible una sola alcantarilla de mayor diámetro que varias de menor sección pero con la misma capacidad hidráulica.					
No se realiza el derrame de las aguas superficiales de la vía directamente sobre los taludes de relleno.					

**3. Estructura de Pavimento**

Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
	Sí	No	Sí	No	
Descripción general del proyecto (ubicación exacta, condición de la ruta, longitud del proyecto)					
Ensayos de laboratorio (verificación del valor de CBR de la subrasante)					
<b>Paquete estructural seleccionado</b>					
Detalle de la estructura propuesta					
Metodología constructiva					
Láminas secciones típicas de pavimento					

## 4. Geotecnia y Geología

ID	Descripción		Presenta		Cumple		Observaciones
			Sí	No	Sí	No	
<b>1</b>	<b>Geología</b>						
1,1	Se realizó un levantamiento del entorno del proyecto, que contemplase las condiciones geológicas, tipos de formaciones y materiales, presencia de fallamiento local, ángulos de buzamiento, etc.						
1,2	Se definió el marco geológico regional y local, considerando la información existente recopilada, la interpretación de fotografías aéreas y el levantamiento geológico e hidrogeológico de la zona.						
1,3	Se identificaron posibles problemas ingeniero geológicos o geotécnicos, asociados con las características geológicas de la zona.						
1,4	Se construyó el mapa geológico regional y local, con sus respectivas columnas estratigráficas y perfiles geológicos, así como una memoria descriptiva que incluya los aspectos de estratigrafía, magmatismo, tectónica, sismicidad, geomorfología e hidrogeología.						
1,5	Se brindó un mapa que sintetice las características geológico-geotécnicas, hidrogeológico-geotécnicas, así como de posibles riesgos geológicos, con su respectiva memoria descriptiva.						
1,6	Se identificaron en el campo taludes de magnitud considerable con pendientes altas.						
1,8	Mediante fotografías aéreas o mapas geológicos de la zona se identificaron fallas o elementos que puedan causar un deslizamiento.						
1,9	En taludes rocosos se observan familias de discontinuidades.						
1,10	Se evidencia contactos entre dos o más litologías diferentes						
1,11	Existen afloramientos de agua en la cara de los taludes.						
1,12	Existe material deslizado al pie de los taludes.						
<b>2</b>	<b>Geotecnia</b>						
2.1	Sondeos (perforaciones)						
2.1.1	Se realizaron sondeos en:						
2.1.1.1	Cada una de las márgenes del río y lo más cercano posible a la línea centro.						
2.1.1.2	Los sitios de fundación de cada apoyo.						
2.1.1.3	La zona de fundación de las estructuras de estabilización.						
2.1.1.4	La corona, altura media y base de las laderas potencialmente inestables.						
2.1.1.5	En caso que las condiciones del sitio no permitieron la obtención de muestras adecuadas, se coordinó la aplicación de métodos alternativos como DMT, CPT, etc.						
2.1.2	La cantidad, distribución y profundidad últimas de los sondeos, fueron definidas junto a la Administración y son representativas del sector analizado.						
2.1.3	Se emplearon los métodos adecuados de auscultación.						

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
2.1.4	Se brindó la siguiente información para cada sondeo:					
2.1.4.1	Ubicación de la perforación.					
2.1.4.2	Código identificador de la perforación.					
2.1.4.3	Fecha y responsable de la misma.					
2.1.4.4	Profundidad de obtención de la muestra y/o lectura de los datos.					
2.1.4.5	Indicación de la metodología de perforación utilizada a lo largo de todo el sondeo.					
2.1.4.6	Número de golpes del ensayo SPT 2					
2.1.4.7	Nivel freático.					
2.1.4.8	Clasificación y descripción del material.					

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>2</b>	<b>Geotecnia</b>					
2.2	Ensayos de Laboratorio					
2.2.1	Fueron atendidos los siguientes puntos o ensayos, para cada tipo de material muestreado en las perforaciones:					
2.2.1.1	Descripción del material.					
2.2.1.2	Clasificación macroscópica de los materiales recuperados.					
2.2.1.3	Definición del tipo de suelos, según el sistema de clasificación unificada de suelos (SUCS).					
2.2.1.4	Análisis granulométrico con sus curvas respectivas.					
2.2.1.5	Humedad y densidad natural.					
2.2.1.6	Límites de Atterberg (plasticidad). Además, no se reportó este dato de forma tal que fuera contrastable con los contenidos de humedad a la profundidad ensayada.					
2.2.1.7	Peso específico relativo de los sólidos.					
2.2.1.8	Valores de cohesión y ángulo de fricción interna					
2.2.2	Se brindaron los resultados en formato gráfico (hojas de perforación), así como en una tabulación numérica.					
2.2.3	Se brindó una tabulación con la profundidad y los distintos ensayos ejecutados a cada una de las muestras extraídas.					
2.2.4	Para los materiales rocosos muestreados, fueron realizados los siguientes ensayos:					
2.2.5	Valor del índice RQD.					
2.2.5.1	Porcentaje de recuperación.					
2.2.5.2	Clasificación geológica.					
2.2.5.3	Resistencia a la Compresión Simple.					
2.2.5.4	Estado de las fracturas.					
2.2.5.5	Al final de los trabajos de análisis a las muestras extraídas, se definió el Perfil Geotécnico de Diseño (Perfil representativo con la distribución estratigráfica de los materiales y su caracterización geotécnica).					

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

ID	Descripción		Presenta		Cumple		Observaciones
			Sí	No	Sí	No	
2.2.6		Para aquellos datos utilizados producto de alguna correlación, se brindaron las variables, gráficos o cualquier otro recurso utilizado para su definición.					
2.2.7		Investigación geofísica					
2.3		Se realizaron los perfiles geofísicos previo a las perforaciones, con el objetivo de definir los espesores medios de la distribución estratigráfica.					
2.3.1		El modelo geofísico generado se calibró posteriormente con base a las perforaciones.					
2.3.2		Se definieron los espesores (contactos) de las distintas capas de materiales presentes.					
2.3.3		Se definió la existencia de algún depósito de agua subterránea, ni se caracterizó el mismo.					
2.3.4		Se aclaró la presencia de alguna “anomalía” en la lectura del ensayo, que sugiera la presencia alguna problemática geológica, ni se caracterizó la misma.					
2.3.5		En los perfiles obtenidos, se identifican de manera clara cada sondeo directo o perforación, mediante la indicación de su ubicación y su código de identificación.					
2.3.6		Los espesores identificados están referenciados con la misma escala de niveles utilizada en los sondeos.					
2.3.7							

ID	Descripción		Presenta		Cumple		Observaciones
			Sí	No	Sí	No	
<b>2</b>	<b>Geotecnia</b>						
2.4		Análisis de cimentaciones					
2.4.1		Se definió la capacidad soportante de los materiales en el desplante de las distintas obras: apoyos de puentes, estructuras de retención, etc.					
2.4.2		En caso de rehabilitación, se definió la adecuación necesaria para la demanda de carga actual y la normativa vigente.					
2.4.3		Se determinó la profundidad de desplante, con su respectiva capacidad última de soporte.					
2.4.4		Los sistemas de fundación sugeridos se adaptan a las condiciones del sitio.					
2.4.5		Se brindó la memoria detallada de diseño para los sistemas de cimentación.					
2.4.6		Se aportó la memoria de cálculo con todos los parámetros considerados, detallando los datos de entrada y el origen de los mismos.					
2.4.7		Pese a la existencia de espesores relevantes de materiales compresibles, no se hizo el muestreo adecuado, ni se presentó un análisis de asentamientos.					

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
2.4.8	Aunque se encontraron arenas finas, sumergidas, mal graduadas y sueltas, no se realizó un estudio detallado para evaluar el riesgo de licuación del suelo.					
2.4.9	Aun cuando se identificó la presencia de materiales problemáticos (expansivos, colapsables, etc., no se planteó el abordaje para su atención.					
2.4.10	Debido al tipo de proyecto y a las condiciones específicas del mismo (topografía, materiales, antecedentes, etc.), se valoró el riesgo de socavación en las fundaciones de las estructuras proyectadas. También se definieron las medidas que debían adoptarse para su atención.					
2.4.11	Se atendieron las indicaciones, ni se cumplió con los lineamientos estipulados por el Código de Cimentaciones de Costa Rica.					
2,5	Análisis de estabilidad y diseño de taludes, excavaciones, márgenes de cauces y accesos de aproximación.					
2.5.1	Se identificaron grietas, vegetación inclinada, hundimientos u otros indicios de inestabilidad.					
2.5.2	Se estudió la estabilidad de los taludes mediante el método de Equilibrio Límite, evaluando el factor de seguridad respectivo.					
2.5.3	¿Se utilizaron programas de análisis numérico para análisis de esfuerzo-deformación, partiendo de que el modelo constitutivo era adecuado?					
2.5.4	Se cumplió con los lineamientos estipulados por el Código Geotécnico de Taludes y Laderas de Costa Rica.					
2.5.5	Se tomó de referencia un levantamiento topográfico adecuado.					
2.5.6	Se utilizaron los parámetros de resistencia determinados en los ensayos de campo y laboratorio, para los diferentes materiales geotécnicos presentes en el sitio, así como el aporte de los eventuales elementos de refuerzo propuestos.					
2.5.7	Se tomó en consideración la condición de carga estática como pseudoestática, incluyendo la posición crítica de nivel freático.					
2.5.8	Se consideró cualquier sobrecarga adicional (temporal o permanente) que aplicase.					
2.5.9	Para los taludes rocosos, se brindó un análisis de clasificación geomecánica adecuado.					
2.5.10	Se brindó un análisis de Admisibilidad Cinemática para los macizos existentes.					
2.5.11	Para las estructuras de estabilización y confinamiento:					

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>2</b>	<b>Geotecnia</b>					
2.5.12	Se brindaron las soluciones para las distintas problemáticas de inestabilidad identificadas.					
2.5.13	Se cumplió con los lineamientos estipulados por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, respecto a la estabilidad externa de las estructuras.					
2.5.14	Se brindaron las memorias detalladas de diseño (estabilidad interna).					
2.5.15	Las estructuras se adecuaron a los lineamientos geométricos del proyecto.					
2.5.16	Se aseguró que las deformaciones que lleguen a suscitarse en cualquier elemento del proyecto o aledaño no superarán los límites admisibles.					
2.5.17	Se brindaron las soluciones detalladas para el manejo de escorrentía superficial y subterránea.					
2.5.18	Se brindó el detalle de medidas para control de erosión de las superficies que queden expuestas al final de los trabajos.					
2.5.19	Para las soluciones propuestas, el sumario de cantidades está conforme al “Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-2020)” o última versión vigente.					
2.6	Planos del proyecto					
2.6.1	Verificar que en planos estén los perfiles estratigráficos, los detalles constructivos y sumario de cantidades de las obras geotécnicas.					

## 5. Estructuras de Puentes

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>1</b>	<b>Estudios preliminares</b>					
1.1	Topografía					
1.2	Suelos					
1.3	Hidrología					
1.4	Hidráulico					
<b>2</b>	<b>Anteproyecto</b>					
2.1	Geometría					
2.1.1	Ancho de carril adecuado con base en condiciones del sitio y disposiciones de la Administración.					
2.1.2	Geometría de los accesos adecuada con base en condiciones del sitio y disposiciones de la Administración.					
2.1.3	Sobreelevar por curva adecuada con base en condiciones del sitio y disposiciones de la Administración.					
2.1.4	Superelevar por curva adecuada con base en condiciones del sitio y disposiciones de la Administración.					
2.1.5	Ancho de acera adecuada con base en condiciones del sitio y disposiciones de la Administración.					
2.1.6	Ancho de espaldón adecuada con base en condiciones del sitio y disposiciones de la Administración.					
2.1.7	Bombeo y drenajes adecuados con base en condiciones del sitio y disposiciones de la Administración.					
2.2	Sistemas de Contención Vehicular:					
2.2.1	Cuenta con barreras de contención vehicular certificadas y con un nivel de contención adecuado.					
2.2.2	Cuenta con barreras peatonales.					
2.3	Señalización					
2.3.1	Cuenta con señalización horizontal adecuada en los accesos y en el puente.					
2.3.2	Cuenta con señalización vertical adecuada en los accesos y en el puente.					
2.4	Puente					
2.4.1	Longitud y tipo de superestructura propuesta es eficiente para las condiciones de sitio.					
2.4.2	Cuenta con elementos diafragmas (en caso de que aplique)					
2.4.3	Cuenta con topes sísmicos					
2.4.4	Tipo de apoyo acorde al tipo y longitud de puente					
2.4.5	Longitud de asiento acorde al tipo y longitud del puente y normativas.					
2.4.6	Material de elementos principales de superestructura acorde a las condiciones del sitio.					
2.4.7	En pasos superiores; altura libre mínima de 5,50 metros.					
2.4.8	En pasos sobre ríos, altura libre mínima al N.A.M.E. de 1,50 metros o según recomendación estudios.					

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

ID	Descripción		Presenta		Cumple		Observaciones
			Sí	No	Sí	No	
2.4.9		En pasos superiores, el ancho de carril de vía inferior acorde a las condiciones de sitio y disposiciones de la Administración.					
2.4.10		En pasos superiores, las barreras vehiculares de vía inferior están acorde a las condiciones del sitio y disposiciones de la Administración.					
2.4.11		En pasos superiores, el ancho de aceras de vía inferior está acorde a las condiciones del sitio y disposiciones de la Administración.					
2.4.12		Alineamiento se adapta a la geometría de los accesos marginales.					
2.4.13		Se adapta adecuadamente al entorno					
2.4.14		Incluye definición completa de la subestructura					
2.4.15		En pasos sobre ríos, la sección hidráulica respeta el ancho de cauce y los dispuesto en los estudios hidrológicos.					
2.4.16		El nivel de desplante de fundaciones es adecuado a las condiciones del sitio y lo dispuesto en los estudios de suelos.					
2.4.17		Contempla obras adicionales de protección en el cauce.					
2.4.18		Contempla obras adicionales necesarias para el acceso.					

ID	Descripción		Presenta		Cumple		Observaciones
			Sí	No	Sí	No	
<b>3</b>	<b>Diseño Estructural</b>						
	3.1	General					
	3.1.1	Descripción de la estructura					
	3.1.2	Parámetros de diseño utilizados, materiales, suelo, etc.					
	3.1.3	Factores y combinaciones de carga a utilizar					
	3.1.4	Factores de reducción a utilizar para las diferentes solicitudes					
	3.1.5	Definición del modelo de análisis					
	3.1.6	Definición y ubicación de las cargas de diseño					
	3.1.7	Definición de los parámetros sísmicos y cargas a utilizar					
	3.1.8	Considera la norma AASHTO LRFD 2012 <i>Bridge Design Specifications</i> 6th o última vigente					
	3.1.9	Considera los Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes de Costa Rica					
	3.1.10	Considera el código de cimentaciones de Costa Rica 2009 o última vigente					
	3.2	Superestructura					
		Definición de cargas a utilizar en el diseño de la superestructura					
	3.2.1	Diseño de la losa					
	3.2.1.1	Cumple requerimientos geométricos mínimos					
	3.2.1.2	Cumple con acero mínimo de acuerdo a la norma					
	3.2.1.3	Tiene capacidad adecuada para las cargas últimas determinadas en el análisis					

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
3.2.1.4	Se revisa el diseño de la losa en voladizo (incluyendo cargas por colisión, si aplica)					
3.2.2	Elementos Principales					
3.2.2.1	Definición de la geometría de la sección transversal del puente					
3.2.2.2	Determinación del ancho efectivo de la losa					
3.2.2.3	Definición de las propiedades geométricas de los elementos principales (simple y compuesta)					
3.2.2.4	Cálculo de las demandas para el diseño, separados por tipos de cargas					
3.2.2.5	Determinación de los factores de distribución de carga viva utilizados					
3.2.2.6	Cumple requerimientos geométricos y de dimensionamiento					
3.2.2.7	Verificación de estabilidad local en los elementos de acero, determinar requerimiento de atiesadores					
3.2.2.8	Requisitos de Constructibilidad, proporcionalidad, y espesores mínimos en elementos de acero					
3.2.2.9	Cálculo de las dimensiones requeridas de los atiesadores verticales, horizontales y de apoyo.					
3.2.2.10	Tiene capacidad adecuada a flexión en sección simple para las cargas últimas de las diferentes etapas constructivas					
3.2.2.11	Tiene capacidad adecuada a flexión para las cargas últimas de servicio determinadas en el análisis					
3.2.2.12	Tiene capacidad adecuada en cortante en sección simple para las cargas últimas de las diferentes etapas constructivas					
3.2.2.13	Tiene capacidad adecuada en cortante para las cargas últimas de servicio determinadas en el análisis					
3.2.2.14	Cumple con los esfuerzos máximos permitidos en las diferentes etapas de carga (presforzado)					
3.2.2.15	Indicación de las pérdidas consideradas en las diferentes etapas de carga (presforzado)					
3.2.2.16	Cumple con el acero mínimo requerido					
3.2.2.17	Cumple con las deflexiones permitidas en la norma					
3.2.2.18	Cumple con la capacidad por efectos de fatiga					
3.2.2.19	Conexiones o empalmes entre elementos principales tienen capacidad adecuada de acuerdo a la norma					
3.2.2.20	Presenta cuadro con trayectoria de ductos de postensión (en X y Y) (vigas postensadas)					
3.2.2.21	Presenta diseño de diafragmas					

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>3</b>	<b>Diseño Estructural</b>					
	3.2.2.22 Presenta diseño de los conectores de cortante entre la viga y la losa					
	3.3 Subestructura					
	3.3.1 Definición de cargas a utilizar en el diseño de la subestructura					
	3.3.2 Considera el empuje dinámico del suelo					
	3.3.3 Considera el empuje dinámico de la superestructura sobre el suelo					
	3.3.4 Considera el empuje por la sobrecarga vehicular sobre el relleno					
	3.3.5 Considera la presión hidrostática o en su defecto, sistema de impermeabilización y drenajes					
	3.3.6 Considera el empuje estático del suelo en la verificación de la estabilidad global (deslizamiento, vuelco)					
	3.3.7 Presenta diseño de bastiones (superficial o apoyado sobre pilotes) (si aplica)					
	3.3.8 Verificación de capacidad de pilotes de acuerdo con recomendación geotecnia.					
	3.3.9 Diseño de placa de fundación					
	3.3.10 Presenta diseño de aletones					
	3.4 Apoyos					
	Presenta diseño de apoyos					
	3.5 Accesorios					
	Presenta diseño de accesorios, si aplica.					
	3.6 Obras adicionales					
	3.6.1 Presenta diseño de obras adicionales de protección en el cauce, si aplica.					
	3.6.2 Presenta diseño de obras adicionales necesarias para el acceso, si aplica.					

## 6. Topografía

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>1</b>	<b>Amojonamiento de puntos fijos</b>					
1.1	Fotografías de cada mojón					
1.2	Fichas técnicas de cada mojón					
1.3	Datos GNSS de Estaciones del RN					
1.4	Datos GPS de estaciones colocadas en Mojones					
1.5	Fichas utilizadas desde el IGN					
1.6	Datos de levantamiento GNSS					
1.7	Proyecto de Ajuste GNSS					
1.8	Reporte de Ajuste GNSS					
1.9	Lámina de diseño de densificación de Red geodésica					
1.10	Ficha técnica de Equipo GNSS					
1.11	Ubicación de Mojones (SHP)					
1.12	Efemérides utilizadas (SP3)					
<b>2</b>	<b>Establecimiento de bancos de nivel y nivelación</b>					
2.1	Fotografías de cada banco de nivel					
2.2	Fichas técnicas de bancos de nivel					
2.3	Ficha de Hito del IGN utilizado					
2.4	Libreta de nivelación					
2.5	Datos de nivel utilizado					
2.6	Niveles finales para mojones y bancos de nivel					
2.7	Certificado de calibración de nivel utilizado					
2.8	Ficha técnica de Equipo de nivelación					
2.9	Ubicación de Bancos de Nivel (SHP)					
<b>3</b>	<b>Levantamiento de Poligonal Cerrada</b>					
3.1	Certificado de Calibración de Estación total					
3.2	Cálculo de poligonal cerrada					
3.3	Coordenadas finales para mojones y bancos de nivel					
3.4	Ficha técnica de Estación Total					
3.5	Registro Fotográfico Estaciones colocadas					
<b>4</b>	<b>Levantamiento de Detalles</b>					
4.1	Nube de puntos					
4.2	Modelo digital de terreno					
4.3	Lámina de Topografía					
4.4	Lámina de Perfil Longitudinal y Transversal de Carretera					
4.5	Lámina de Perfiles Longitudinal del Puente					
4.6	Lámina de Perfil Longitudinal y Transversal de Cuerpo de Agua					
4.7	Lámina Portada					
4.8	Lámina de Perfiles adicionales (desfogues)					
4.9	Descripción de Códigos utilizados en el levantamiento					
4.10	Lámina de servicios públicos					
4.11	Fichas de obras de drenaje (si lo solicita hidráulica)					
4.12	Fotografía de cada obra de drenaje (si lo solicita hidráulica)					
4.13	Ubicación de cada obra de drenaje (si lo solicita hidráulica)					

ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

FEPI-PGBS-PCR-002-2023

«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>5</b>	<b>Afectaciones y Posibles Expropiaciones (en caso que correspondan para este proyecto)</b>					
5.1	Mosaico Catastral					
5.2	Informe Registral de cada finca					
5.3	Informe Catastral de cada finca					
5.4	Plano de Catastro de cada finca					
5.5	Estudio Situacional (si es una contratación de expropiaciones)					

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>6</b>	<b>Toma de datos Batimétricos (si se utiliza metodología con Ecosonda)</b>					
6.1	Certificado de calibración de Equipo Batimétrico					
6.2	Datos GNSS de los mojones a los que se enlazó la batimetría en tierra					
6.3	Datos GNSS de la medición batimétrica (GNSS del barco)					
6.4	Reporte de procesamiento de datos batimétricos					
6.5	Lámina de secciones de batimetría					
<b>7</b>	<b>Reporte topográfico</b>					
7.1	Informe de topografía					
<b>8</b>	<b>Elaboración de Planos de Catastro para Expropiaciones (en caso que correspondan para este proyecto)</b>					
8.1	Informe de Adquisición (por cada plano)					
8.2	Plano de Análisis de Adquisición (por cada plano)					
8.3	Plano a expropiar					
8.4	Mosaico Catastral					
8.5	Cuadro Resumen de Expropiaciones					
8.6	Informe de Replanteo (por cada plano)					

**Revisión de campo**

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
1	Ubicación de Mojones					
2	Ubicación de Bancos de Nivel					
3	Comprobación de Coordenadas de mojones y Bancos de nivel					
4	Comprobación de distancias de poligonal					
5	Comprobación de desniveles de poligonal					

**ANEXO N° 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**FEPI-PGBS-PCR-002-2023**

**«ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIRENA EN RUTA NACIONAL N° 249».**

**7. Ambiental**

ID	Descripción	Presenta		Cumple		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	
<b>1</b>	<b>Inventario Forestal</b>					
	Profesional responsable con licenciatura y 5 años de experiencia					
	Profesional en ingeniería forestal, incorporado al Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica (CIA), certificado por el mismo colegio como regente forestal.					
	Inventario forestal					
1	Inventario en formato word					
2	Listas de especies en formato excel					
3	Los archivos shape en formato CRTM05 de los árboles					
4	Croquis de la ubicación de los árboles					
	Inventario forestal en lámina de levantamiento topográfico					
	Lámina para gestión de corta en dw g y pdf					
1	Estructuras existentes					
2	Estructuras del nuevo diseño					
3	Árboles a cortar					
4	Derecho de vía					
5	Mosaico catastral aprobado					
6	Líneas de cerca de las propiedades privadas					
7	Levantamiento del espejo de agua					
8	Curvas de nivel					

**APÉNDICE C MEDIDAS AMBIENTALES DE MITIGACIÓN Y CONTROL**

### **1. Protección al recurso hídrico.**

- Enfatizar la protección de la cubierta natural de vegetación existente, como primera protección, entre el terreno donde se construirán los nuevos puentes y/o alcantarillas y los citados cuerpos de agua.
- Abrir canales temporales corta corrientes, de modo que se disminuya la velocidad y capacidad de arrastre del flujo de escorrentía. El agua captada deberá ser dirigida a un cuerpo receptor, previo paso por algún sistema de retención de sedimentos.
- Establecer cunetas de protección al pie de los taludes, dirigidos a una trampa de sedimentos.
- Sembrar vegetación en las áreas descubiertas; la que puede realizarse de forma incluso temporal, utilizando yerbas locales.
- Se deberán de implementar las medidas para el manejo de residuos sólidos y líquidos acorde con el Plan de Manejo de Residuos (PMR).
- Se prohibirá el lavado de maquinaria en los cursos de agua (ríos, quebradas, yurros y otros) y sus márgenes.
- Cuando se realicen trabajos en los ríos, quebradas o sus márgenes, deberá garantizarse la inexistencia de eventuales fugas de aceite o combustible, que puedan contaminar el agua.
- En caso de utilizar las redes de acueducto público existente, se deberá usar dispositivos de retención de agua en los finales de mangueras y reparar cualquier fuga de forma expedita.

### **2. Protección de aguas superficiales.**

- No realizar labores de reparación ni mantenimiento de la maquinaria en el AP (área de proyecto).
- Evitar el derrame de combustibles, aceites o productos químicos en general. Además, impermeabilizar las zonas vulnerables como bodegas de productos químicos y/o sitios donde se manipulen combustibles, con el fin de evitar las filtraciones en el suelo.
- Acondicionar un sitio para la acumulación de residuos y escombros típicos de la etapa de rehabilitación.
- Usar cabinas sanitarias para el manejo de las aguas residuales ordinarias de construcción.
- Queda terminantemente prohibida la utilización de aguas superficiales, salvo que se cuente con la respectiva concesión para aprovechamiento de este recurso.

### **3. Protección de la vegetación y fauna.**

- Conservar la mayor cantidad de vegetación posible.
- Previo a la corta de cualquier árbol, deberán obtenerse los permisos respectivos por parte del MINAET (Ministerio Nacional de Ambiente, Energía y Tecnología) y Áreas de Conservación, satisfaciendo los requisitos que establezcan las regulaciones vigentes. Por lo que la Administración es la encargada de tramitar todos los permisos correspondientes para que el contratista realice la corta respectiva en caso de ser necesario.
- La corta de vegetación se realizará únicamente en el derecho de vía, protegiendo aquella que sea innecesario remover para la ejecución de las obras.
- Los residuos generados por el material no aprovechable deberán ser retirados del derecho de vía. Previo a su disposición, los árboles deberán ser desramados y trozados convenientemente para facilitar la compactación de los rellenos de materia orgánica.
- La quema no será un medio de disposición final válido, salvo que se haya obtenido autorización del Ministerio de Salud.
- Instruir al personal que labora en el proyecto sobre las prohibiciones legales en cuanto a la extracción, comercialización y muerte de las especies presentes en la zona.

#### **4. Protección al suelo.**

- Las excavaciones y los rellenos se realizarán únicamente dentro de los terrenos correspondientes al derecho de vía y según los diseños indicados.
- Los drenajes se instalarán tan pronto sea posible, previo a la ejecución de los rellenos, para evitar exceso de humedad, reducir erosión y otros problemas.
- Los materiales que no sean aprovechables, como el suelo orgánico, deberán ser dispuestos en sitios destinados para tal fin.
- El retiro de los materiales sobrantes deberá realizarse en forma coordinada con el avance de las excavaciones, a fin de reducir el arrastre de materiales, ya sea por polvo o por barro.
- Las excavaciones permanecerán descubiertas el menor tiempo posible, especialmente en sectores con terrenos poco consolidados, o en los que se requiera instalar sistemas de control de drenaje o escorrentía.
- La colocación de pavimento al acceso del puente, deberá iniciar tan pronto como sea posible.
- En medida de lo posible, no se abastecerá de combustible la maquinaria ubicada en el AP.
- Evitar el derrame de combustibles y aceites; además, contar con herramientas para limpiar los posibles derrames.

#### **5. Control de polvo, barro y erosión.**

- Crear sistemas de drenaje (cunetas y contracunetas) para desviar el agua de la corona de los taludes, de tal manera que el agua no fluya libremente.
- Construir cuencos empedrados temporales en los taludes, a efecto de disminuir el arrastre y la erosión causados por la velocidad del agua.
- Sembrar vegetación que amarre el suelo con sus raíces, especialmente en los taludes existentes.
- Colocar retenes transversales que disminuyan la velocidad del agua en sectores con pendientes mayores al 10% (diez por ciento), ello en caso que se realicen obras en el sitio durante el periodo lluvioso, sin que se haya restituido la cobertura vegetal.
- Colocar mallas cortaviento, utilizando sarán o geotextiles, evitando la disipación de materiales polvosos y la eventual molestia a los transeúntes y vecinos.
- Ejecutar las obras adicionales de movimiento de tierra, preferiblemente, en época seca.

#### **6. Calidad del aire.**

- Exigir a los contratistas el uso de maquinaria en buen estado y con la revisión técnica vehicular vigente, de manera que se emita la menor cantidad de gases y partículas durante su operación.
- Regular la velocidad de las vagonetas en las áreas de trabajo y exigir que su circulación fuera del área de construcción se realice con las góndolas cubiertas por el toldo.
- Aplicar riego periódicamente, de acuerdo con las condiciones de viento y radiación solar y evitar la potencial molestia hacia terceros (cercanía de viviendas, escuelas, áreas de cultivo, otros).
- En casos donde la medida anterior fuese insuficiente, colocar mallas cortaviento, utilizando sarán o geotextiles, evitando la disipación de materiales polvosos y la eventual molestia a los transeúntes y vecinos.
- Almacenar los materiales polvosos o de granulometría fina, en condiciones tales que los protejan de la acción del viento o la lluvia.
- El retiro de los materiales sobrantes (suelos, agregados finos, cemento y otros) deberá ejecutarse de forma expedita, reduciendo la generación de polvo.
- Cubrir con plástico los apilamientos de tierra que por fuerza mayor no se puedan eliminar el mismo día.

## **7. Manejo de desechos sólidos.**

- Se deberá implementar las medidas contenidas en Plan de Manejo de Residuos (PMR). Algunos de los criterios contenidos en ese plan se describen a continuación:
- Los residuos sólidos ordinarios que genere el personal en las instalaciones temporales y en los frentes de trabajo, deberán ser recolectados en el punto de generación, deberán contar con basureros y su respectiva rotulación, con un radio de cobertura no mayor a 30,00 (treinta) metros.
- Los residuos deberán disponerse finalmente en un sitio autorizado.
- No se deberá ubicar ningún residuo en el derecho de vía ni en propiedades no autorizadas.
- En aquellos casos que sea práctico y económicamente factible, deberá atenderse la siguiente jerarquía para el manejo de residuos sólidos: reducción de la generación, reutilización, reciclaje y disposición final.
- Deberá disponerse de contenedores separados para la recolección de residuos especiales; en el caso de que se produzcan. Además, deberá entrenarse al personal para su reconocimiento y separación y deberán de utilizarse medios de disposición finales aprobados para tal tipo de residuos, salvo excepciones autorizadas por las entidades competentes, en caso de inexistencia de servicios locales acordes.
- Se deberá mantener personal encargado del manejo de residuos sólidos y proporcionar apoyo logístico a la implementación de estas obligaciones durante la rehabilitación.
- Los vehículos de transporte de residuos sólidos deberán estar equipados de forma tal que se prevengan goteos o dispersión de lixiviados o residuos a lo largo de la ruta; deberán ser adecuada y frecuentemente lavados y desinfectados para evitar olores indeseables.

## **8. Manejo de desechos líquidos (aguas residuales):**

- Se deberá implementar las medidas contenidas en Plan de Manejo de Residuos (PMR). Algunos de los criterios contenidos en ese plan se describen a continuación:
- Colocar suficientes cabinas sanitarias para satisfacer las demandas de los obreros, acorde con la regulación vigente (una por cada 20 (veinte) operarios).
- Contratar a una compañía autorizada para alquilar las cabinas sanitarias y efectuar su servicio de limpieza y mantenimiento periódico.

## **9. Manejo de productos químicos y combustibles:**

- Mantener en el sitio la hoja de seguridad del producto, versión en español.
- Adicionalmente, en casos de almacenamientos de hidrocarburos, deberán aplicarse las siguientes medidas:
- Obtener el permiso del MINAET, previo trámite ante la Dirección General de Tránsito y Comercialización de Combustible.
- Mantener una mínima cantidad de combustibles en sitio (consumo de un día).
- Asegurar que los envases que contienen combustibles están identificados como tales, señalando su contenido específico. Además, todos los envases deberán estar cerrados, para evitar derrames.
- Colocar los tanques de almacenamiento de combustible, aceites o productos químicos en general en un área impermeabilizada, con un sistema de doble contención, con capacidad suficiente para contener un eventual derrame en el sitio. El sitio de almacenamiento deberá ser de acceso restringido y permanecer cerrado.
- Señalizar los sitios de almacenamiento, indicando los cuidados que deberán tenerse en sus alrededores (p.ej. restricciones para el fumado).
- Tener a disposición las herramientas y los materiales, incluido el material absorbente, las palas y las bolsas plásticas que se requieren para limpiar eventuales derrames.
- Realizar el transporte a granel de hidrocarburos en camiones cisternas autorizados. En su defecto, utilizar recipientes debidamente rotulados, hechos de materiales resistentes a eventuales impactos y al contacto con las citadas sustancias, y en perfecto estado de mantenimiento.

## **10. Seguridad laboral.**

- Las empresas contratistas deberán contar con una Póliza de Riesgos del Trabajo emitida por el Instituto Nacional de Seguros (INS), vigente y con cobertura para las tareas, labores o trabajos a realizar; además, deberán presentar constancia de que todos los trabajadores se encuentran asegurados o copia de la inclusión provisional del trabajador, de conformidad con lo establecido en el Código de Trabajo sobre la protección de los trabajadores.
- Las empresas contratistas deberán contar con una Póliza de Seguros de Responsabilidad Civil emitida por el INS, vigente y con cobertura para las tareas, labores o trabajos a realizar.
- Mantener asegurados con la Póliza de Riesgos del Trabajo del INS a todos los trabajadores.
- Asegurar, a nivel de contrato, que todos los empleados y visitantes en la construcción utilicen el equipo de protección básico (chaleco, zapatos y casco).
- Identificar y señalar las zonas de riesgo tales como zanjas y huecos, mediante cintas alusivas.
- Exigir al personal el uso de equipo de protección personal acorde a los riesgos de su puesto.
- Mantener un botiquín en el AP.

## **11. Seguridad vial, movilización de maquinaria y densidad de construcción.**

- Se deberá cumplir con lo establecido en el “Manual de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA)”, Capítulo 6, sobre los dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías.
- Durante el proceso de construcción/rehabilitación, se deberá señalizar con rótulos de advertencia y otras medidas (conos, cinta preventiva, etc.), de modo que se minimicen las eventuales dificultades de circulación en las vías del tramo de ejecución y de acceso.
- Realizar el trasiego de materiales fuera de las horas pico.
- Circular por las vías principales siempre que sea posible, haciendo un mínimo uso de las calles vecinales que atraviesan los barrios colindantes.
- Circular con la góndola cubierta, a fin de evitar la caída de materiales en las calles.
- Cumplir los límites de velocidad establecidos por las regulaciones vigentes.
- Limpiar las llantas de las vagonetas antes de que éstas abandonen el AP.

## **12. Control y prevención del ruido.**

- Definir horarios de trabajo que no alteren la tranquilidad pública, lo cual se aplicará para la jornada laboral del personal constructivo y para los momentos de carga y descarga de material constructivo y residuos.
- Realizar un monitoreo de los niveles de ruido a lo largo de las actividades constructivas, con el fin de identificar la necesidad de tomar medidas correctivas para evitar afectación de las comunidades.

## **13. Remoción de estructuras.**

- Velar porque estos trabajos de remoción no impliquen la interrupción de servicios públicos y/o privados y que, en todo caso, se coordinen las respectivas reconexiones, pasos o servicios alternos y que se avise con antelación a la población eventualmente afectada.
- Los materiales remanentes de los trabajos de remoción deberán ser reutilizados en la medida de lo posible. En caso contrario, los residuos asociados deberán manejarse y disponerse en los sitios autorizados.
- Si por la ejecución de estos trabajos resultaran dañadas estructuras no contempladas en el alcance de los trabajos, las mismas deberán reponerse o repararse satisfactoriamente.

## **14. Protección a las líneas de servicio público.**

- Se deberán proteger las líneas de servicio público como sistemas de alcantarillado (tubería) y líneas de transmisión eléctrica aéreo y subterráneo, fibra óptica y otros, para prevenir eventuales daños y repararlos en forma inmediata si llegaran a darse.
- Coordinar con la entidad de competencia, en el caso de reubicación de tubería o postería existente dentro del área del proyecto.
- Se deberá restituir la infraestructura existente (si es modificada) a su condición actual, o a una más favorable, durante la ejecución del proyecto.

#### **15. Obras de rotulación y pintura.**

- Realizar el señalamiento cumpliendo como mínimo lo establecido en los planos constructivos de la obra.
- Aplicar las normas de seguridad y prevención de accidentes laborales, manejo de residuos sólidos y líquidos y otras, antes indicadas.

#### **16. Hallazgos arqueológicos.**

- En materia de hallazgos arqueológicos, deberá atenderse lo indicado en las regulaciones nacionales, las cuales indican que, si en el transcurso de los trabajos se detectan restos arqueológicos, deberán suspenderse las labores en el área, dando parte al Museo Nacional de Costa Rica y/o al arqueólogo a cargo y atendiendo las recomendaciones que esta entidad o el profesional en la materia, realicen.

APÉNDICE D PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS

### 1. Introducción.

El Plan de Manejo de Residuos (PMR) describe los procedimientos que se usarán para el manejo adecuado de los residuos sólidos generados durante las actividades constructivas de los proyectos viales. Este plan se diseñó considerando los tipos de residuos, las características del área, las posibilidades de tratamiento (reciclaje, incineración, etc.) y disposición final en lugares autorizados.

El cumplimiento de los objetivos de este plan buscará garantizar que todas las pautas aquí contenidas se realicen en cumplimiento con las regulaciones y normativas ambientales vigentes.

### 2. Objetivo.

Es el establecimiento de medidas para realizar un manejo adecuado de los residuos generados por las actividades de construcción, a fin de minimizar los riesgos al ambiente y a la salud. Los medios para lograr este objetivo, en orden de importancia, son:

- Implementación de un PMR adecuado.
- Aplicación de la normativa para la clasificación y manipulación de residuos.
- Reducción de los volúmenes de generación de residuos (reutilización, recuperación y reciclaje).
- Disposición adecuada de los residuos, según la normativa vigente.
- Seguimiento y supervisión.

### 3. Tipos de residuos.

Los residuos que se generarán en la etapa de construcción son en su mayoría de tipo ordinario. A continuación se presentan los más comunes en la construcción.

Residuos comunes en la construcción.

Residuo	Descripción
Cemento	Cemento mezclado usado para la construcción de estructuras de drenaje menor (alcantarillas) y las respectivas obras de arte (cabezales, revestimientos, colectores, aceras, etc.).
Residuos de concreto	Material de residuo producto del perfilado y remoción de estructuras existentes.
Cemento asfáltico	Material de residuo producto del perfilado (mezcla de cemento asfáltico).
Material granular	Material de residuo producto del perfilado (material granular).
Material orgánico	Tierra orgánica (escombros), residuos de corta de árboles y arbustos.
Materiales de construcción	Acero estructural, tubos, cables, varillas de soldadura, geomembranas, etc.
Residuos de productos químicos	Derrame de sellantes, aditivos para mezclas, pinturas, aceites, grasa, etc., durante la etapa constructiva o por mantenimiento del equipo.
Residuos de combustible	Derrame de hidrocarburos durante la construcción o el mantenimiento de equipos.
Envases de vidrio, metal o plástico	Envases de pinturas, aceite, aditivos, sellantes, etc.
Residuos ordinarios	Residuos de comida, plásticos, bolsas de papel, cartón, pequeños pedazos de madera, basura en general.

### 4. Gestión y manejo de residuos generados.

La gestión de los residuos generados, se realizará en Municipalidades o empresas que cuenten con los permisos y autorizaciones correspondientes o por el depósito de residuos en un sitio debidamente autorizado (relleno sanitario). Al mismo tiempo, el proceso de recolección, transporte, tratamiento (en caso de ser requerido) y disposición final, se ejecutará conforme a lo establecido en la legislación vigente.

## 5. Reducción de residuos.

La reducción del volumen de residuos permitirá eliminar la cantidad de residuos que serán tratados, transportados y dispuestos en lugares autorizados, posibilitando beneficios ambientales y reducción del riesgo de contaminación por este factor.

El manejo de los residuos generados implica también la aplicación de estrategias para un manejo adecuado de los residuos que se generarán en la etapa de construcción, por lo que comprende las siguientes actividades:

### Rechazar

En la medida de las posibilidades rechazar productos que no sean amigables con el medio ambiente. Rechazar consiste en decir no cuando el producto o las sustancias que contiene tienen consecuencias negativas para el medio ambiente y el planeta.

### Reducir

Consiste en la reducción del volumen de residuos en el punto donde se genera. Para la disposición de estos residuos se priorizará el uso de recipientes con la adecuada capacidad o la implementación de un centro de acopio debidamente impermeabilizado.

### Reutilizar

La reutilización de materiales en los proyectos, se llevará a cabo con el fin de minimizar la generación de más residuos. El cumplimiento de las siguientes medidas asegurará un control y manejo adecuado de los residuos:

- Utilizar los contenedores vacíos como depósitos, así también como medio de transporte de residuos no utilizables.
- Todo el material orgánico producto de corta de árboles (leña) será entregado para su reutilización como combustible.
- La madera de formaleas podrá ser reutilizada en el proyecto.
- El material inerte, proveniente de las actividades de construcción (material granular, tierra y residuos de perfilado) se reutilizará como material de relleno o para construcción de caminos secundarios.

### Reciclar

Esta práctica incluye la conversión de los desperdicios en materiales reutilizables. Con ello se disminuirá la cantidad de residuos que se tienen que disponer en los sitios autorizados.

Entre los residuos que serán reciclados están el vidrio, plástico, madera, residuos metálicos, baterías, cementos asfálticos, entre otros. El procedimiento para el manejo de los residuos reciclables se describe a continuación: los materiales reciclables se separarán, clasificarán, compactarán y entregarán para su posterior reprocesamiento y reutilización.

### Reparar

No hay nada lo suficientemente viejo o estropeado que no se pueda reparar. Una gran cantidad de objetos en la construcción son desechados porque hemos optado por adquirir algo nuevo antes de reparar lo usado. Hay un sin fin de artículos que son susceptibles de esta R. La obsolescencia programada es justo lo opuesto y es contra lo que hay que batallar.

## 6. Procedimiento y obligaciones para el manejo de los residuos.

Las normas a seguir durante la recolección, acondicionamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos, así como la responsabilidad en el manejo y en la disposición adecuada; serán de cumplimiento obligatorio para el personal involucrado en el proyecto y para los contratistas en servicio. Para un mejor control y seguimiento se recomienda lo siguiente:

- Registro del volumen de residuos generados.

Elaborar un registro de los residuos producidos por el personal durante la etapa constructiva.

- Instalaciones de almacenamiento y rotulación.

Adecuar en el sitio, un centro de acopio debidamente impermeabilizado o contenedores con suficiente capacidad para depositar los residuos no utilizables, así como proveer adecuados contenedores para segregar los residuos reciclables (si se generan), que permitan su adecuada clasificación.

- Recolección, manipuleo y transporte de residuos.

Estos procesos deberán incluir las medidas para prevenir potenciales impactos al medio ambiente, así como a la salud y la seguridad de los operarios y público en general.

- Disposición final.

Alternativa de disposición final		
Residuo	Análisis	Alternativa
Cemento	Ninguno	Trituración y reutilización en vías secundarias o disposición en un relleno sanitario.
Residuos de concreto	Ninguno	
Cemento asfáltico	Ninguno	Una vez reprocesado, reutilización en vías primarias y/o secundarias.
Material granular	Ninguno	Reutilización para conformación de sub-bases, base, etc.
Material orgánico	Ninguno	Disponer en relleno sanitario los residuos no utilizables o no reciclables.
Materiales de construcción	Ninguno	
Residuos de productos químicos	Ninguno	Almacenar en sitio debidamente impermeabilizado, para evitar filtraciones en el suelo, posteriormente darle disposición final en un sitio autorizado.
Residuos de combustible	Ninguno	
Envases de vidrio, metal o plástico	Ninguno	Clasificarlos por tipo para su reciclaje. Retornar los contenedores de mayor dimensión, limpiarlos rotularlos y utilizarlos para este fin.
Residuos ordinarios	Ninguno	Disponer en relleno sanitario.

- Tratamiento de aguas residuales.

Colocar suficientes cabinas sanitarias para satisfacer las demandas de los obreros, acorde con la regulación vigente (una por cada 20 operarios). Contratar a una compañía autorizada para alquilar las cabinas sanitarias, así como para el servicio de limpieza y mantenimiento periódico.

## 7. Capacitación del personal

Capacitación básica.

Los supervisores de área serán responsables de difundir las instrucciones específicas al personal encargado de la manipulación de los residuos, así como al personal involucrado en el transporte y la disposición final de esos.

La capacitación general, deberá incluir como mínimo, pero no exclusivamente los aspectos básicos siguientes:

- Importancia del manejo de residuos.
- Alcances del PMR.
- Clasificación y separación de residuos.
- Reducción del volumen de residuos.
- Reutilización.
- Reciclaje.
- Normas de seguridad.

#### Capacitación preventiva.

Normas y procedimientos de prevención de accidentes y respuesta a emergencias. Además, la capacitación preventiva está dirigida al personal encargado del manejo de los residuos y al personal involucrado con la producción de residuos. Deberán de capacitarse para el manejo seguro y cuidadoso de los residuos por lo que se deberán de tomar en cuenta los tópicos siguientes:

- Conocimiento de actividades y puntos de generación de residuos.
- Control y registro de residuos.
- Manejo de residuos especiales y/o peligrosos (si se generan).
- Disposición final de residuos especiales y/o peligrosos (si se generan).
- Facilidades y técnicas especiales para la disposición.
- Planes de contingencia en caso de accidentes.
- Propuesta a emergencias: incendios, derrames, contaminación de suelos, etc.
- Equipos de protección personal (EPP).