alternativa deberá suplir y deberá estar soportada por sistemas y procedimientos aprobados por una entidad de normalización competente en la materia.

En el caso de proyectos de pavimento rígido en el informe se debe incluir planos de modulación de losas y juntas, que faciliten las actividades de obra.

3.6.10 CAPÍTULO 10. SECCIONES TRANSVERSALES

Deberán incluirse los planos de las secciones típicas, de las diferentes secciones transversales del pavimento, a saber: corte en cajón, corte a media ladera y terraplén, indicándose las características más importantes, así como situaciones particulares. Los dibujos pueden hacerse a escala o indicando claramente las dimensiones, de todos los elementos de cada sección transversal.

En caso que se presenten ampliaciones de la calzada para la vía proyectada se debe indicar claramente la manera en que se realizarán las transiciones entre estructuras y cuál será la ubicación de la vía actual en relación a las ampliaciones a lo largo del proyecto.

3.6.11 CAPÍTULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor debe presentar en forma clara las conclusiones a que llegó el estudio, indicando las precisiones de éste, de igual manera las sugerencias o aportes que genera el estudio para ser tenidas en cuenta, antes, durante la construcción, y durante la etapa de operación.

3.6.12 ANEXOS

- Mapa de localización del proyecto.
- Registro de perforaciones y apiques de exploración en el terreno y ubicación en plano.
- Resultados de ensayos de laboratorio.
- Perfil estratigráfico en toda la longitud del proyecto.
- Plano de secciones típicas – secciones transversales.
- Memorias de cálculo.
- Fotografías.

- Planos tipológicos estructurales con formato para sectorización.

3.7 VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN

El informe final sobre el estudio de hidrología, hidráulica y socavación a nivel de Fase III deberá considerar los siguientes componentes:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

CAPITULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

CAPITULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN

CAPITULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.7.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.7.1.1 Objetivo

El Consultor efectuará los estudios hidrológicos e hidráulicos, incluyendo los de socavación, con el objeto de dimensionar las obras de drenaje mayores y menores (puentes, pontones, alcantarillas, cunetas, etc.), así como las de subdrenaje (filtros, trincheras drenantes, drenes horizontales, etc.) necesarias para el proyecto.

Consignará en forma concisa y sucinta la determinación cualitativa y cuantitativamente la cantidad de agua superficial y sub-superficial del área de influencia directa e indirecta del proyecto.

El Consultor deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas.

3.7.1.2 Alcances

- Realizar los estudios hidrológicos de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto. En lo posible obtener los registros históricos completos, no limitarse a los últimos años.

- Revisar la capacidad hidráulica de las obras de drenaje tanto mayores como menores, utilizando los caudales definidos en la revisión del estudio hidrológico.

- Determinar la localización de las obras de drenaje y subdrenaje, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidráulicas, de diseño geométrico, cobertura vegetal, uso del suelo y por condiciones antrópicas.

- Se deberá determinar la localización de las obras de drenaje mayores (el abscisado y los niveles de las obras deberán estar referenciados con el abscisado y las rasantes del diseño geométrico), y adelantar los respectivos estudios de socavación.

- Revisar y complementar los diseños de las obras de drenaje en concordancia con el diseño geométrico definitivo. Adicionalmente el Consultor deberá realizar el Diseño del Drenaje de la Corona que garantice excelente visibilidad y evite entre otros el hidroplaneo, con las cuales se brinde seguridad y comodidad a los conductores.

- Establecer las obras de drenaje especiales en zonas inestables, en las zonas de depósito de materiales sobrantes de excavación, en las fuentes de materiales y zonas de campamentos a utilizar, y en todos aquellos sitios que el proyecto lo requiera para proteger el corredor vial.

3.7.1.3 Definiciones

El consultor incluirá las definiciones de loa términos particulares de hidráulica e hidrología, socavación e hidrogeología que utilice en los estudios.

3.7.2 CAPÍTULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

3.7.2.1 Recopilación y análisis de información existente

El consultor presentará una investigación en relación con la información existente, recopilando todo lo referente a estudios previos que aporten un conocimiento del clima, suelos, vegetación, comportamiento de obras existentes y próximas que se estén proyectando en este corredor, etc., incluido lo consignado en el Estudio de Impacto Ambiental - EIA para el proyecto, en estudios de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR´s) y en el POT de la zona de influencia de las obras.

Para la recolección de información de transporte y/o obras fluviales, cuando aplique, deben consultarse además del INVIAS otras entidades como MINTRANSPORTE, SECRETARIAS DE OBRAS Y/O INFRAESTRUCTURA,

DIMAR, CIOH, CCCP, CAR's, que puedan aportar información estadística al proyecto.

3.7.2.2 Metodología

Se analizará la información previa y se describirá la forma como se programó el trabajo de cada uno de los capítulos, teniendo en cuenta los objetivos, datos, actividades y resultados a obtener.

El consultor deberá presentar la metodología para la modelación hidrológica, sustentando la selección del software utilizado, de acuerdo con lo descrito en el **Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS** o el equivalente que se encuentre vigente a la fecha de los estudios.

De igual forma si el Consultor considera necesario elaborar un modelo físico deberá sustentar la necesidad del mismo, incluyendo la longitud aguas arriba y abajo del sitio de estudio.

3.7.2.3 Cartografía

Para el desarrollo del estudio, la información cartográfica es fundamental, por lo tanto, en el Volumen referido a esta área se presentará el resumen del procesamiento de dicha información plasmada en mapas de adecuada escala dependiendo de la magnitud y complejidad del proyecto, de acuerdo con lo dispuesto en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente a la fecha de los estudios, la magnitud del proyecto, la escala máxima de trabajo será 1:25.000 o mayor para delimitar las cuencas, calcular las áreas, pendiente del cauce principal , diferencia de nivel o pendiente de la cuenca, forma de la hoya o cuenca y tipo de drenaje. Adicionalmente el Consultor deberá utilizar aerofotografías, imágenes satelitales, Cartografía Aérea Digital y recorridos por las cuencas y microcuencas con el fin de verificar la veracidad de la cartografía existente.

3.7.2.4 Análisis de lluvias

Con base en la información de precipitación obtenida ya sea en el IDEAM, CIOH, CCCP, ECOPETROL, FEDERACIÓN DE CAFETEROS, CAR'S, EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS (ESP's), EMPRESAS DE ENERGÍA o en otra entidad, el Consultor procederá a incluir en el estudio un análisis de los registros de cantidad e intensidad de precipitación en la zona que permitan dar valores de tipo local y regional, para conocer el comportamiento espacial y temporal del fenómeno. De la misma manera deberá presentar los análisis y la caracterización de los principales parámetros climatológicos, entre otros temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, número de días con lluvia, etc.

En aquellos casos donde no exista información, el Consultor podrá realizar transposición de datos. El Consultor podrá transferir valores máximos instantáneos anuales de diferentes periodos de retorno de esta estación hasta el sitio de proyecto, mediante relaciones de áreas de drenaje. Esta metodología tendrá validez toda vez que las áreas de drenaje no sean muy diferentes y que esta diferencia no sea mayor o menor al 50 % del valor original del área de drenaje. La misma metodología se podrá aplicar para cuencas hidrográficas que sean hidrológica y climatológicamente homogéneas.

Posteriormente el Consultor deberá realizar el análisis de frecuencias hidrológicas donde deberá estimar la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de eventos, obteniendo los valores máximos de precipitación y caudal. Para tal efecto el Consultor deberá realizar análisis estadístico de datos hidrológicos y utilizar las distribuciones de probabilidad que más se ajusten a la información obtenida, entre otros podrá utilizar la tipo Gumbel y Log-Pearson Tipo III en el caso de valores extremos que son las más utilizadas en el ámbito hidrológico.

Una vez analizada esta información el Consultor deberá calcular las Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia, y determinar la intensidad de la lluvia para cada subcuenca con base en el tiempo de concentración para periodos de retorno de 2, 5,10, 25, 50 y 100 años. La determinación de los periodos de retorno con los cuales se deben calcular el tipo de estructura está en función del tipo de estructura y de lo establecido en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVIAS o su equivalente que se encuentre vigente al momento de los estudios. Se anexarán fotocopias de la información básica.

3.7.2.5 Análisis de caudales

Se presentarán las relaciones lluvia- caudal en el supuesto que existan registros para determinar coeficientes de escorrentía.

En aquellos casos donde no exista información sobre el mismo sitio de cruce, el Consultor podrá realizar transposición de datos de caudal si existiese una estación limnimétrica o limnigráfica ubicada sobre el mismo cauce o cuenca. El Consultor podrá transferir caudales máximos instantáneos anuales de diferentes periodos de retorno de esta estación hasta el sitio de proyecto, mediante relaciones de áreas de drenaje. Esta metodología tendrá validez toda vez que las áreas de drenaje no sean muy diferentes y que esta diferencia no sea mayor o menor al 50 % del valor original del área de drenaje. La misma metodología se podrá aplicar para cuencas hidrográficas que sean hidrológica y climatológicamente homogéneas.

En ausencia de registros reales en las corrientes aferentes al corredor vial, los caudales de diseño para los diferentes periodos de recurrencia se obtendrán generándolos de los análisis de las lluvias aplicando metodologías debidamente soportadas y que utilicen al máximo parámetros físico-climáticos de la región.

Los caudales de diseño para cada fuente se deberán estimar por al menos tres métodos, pudiendo ser los descritos a continuación o en su defecto los que el Consultor estime y justifique, éstos podrán ser el Método Racional, Método del Hidrograma de Escorrentía Superficial, el Modelo Lluvia-Escorrentía propuesto por el U.S. Soil Conservation Service (U.S.S.C.S.), el Hidrogama Unitario (p.e: el Hidrograma Unitario Sintético de Snyder, el Hidrograma Unitario Triangular, el Hidrograma Unitario del U.S.S.C.S y adoptado por el U.S. Bureau Of Reclamation), el Método de Holtan y Overton, o el Método de Regionalización de Crecidas en Colombia desarrollado por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

El consultor además de utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, podrá utilizar otras referencias bibliográficas como el HEC 2- Highway Hydrology de la FHWA, Model Drainage Manual de la AASHTO, Design Manual for Storm Drainage de la ASCE, entre otras.

3.7.2.6 Justificación de fórmulas empleadas

Debido a la diversidad de fórmulas con que cuenta la hidrología para el cálculo de caudales y que son aplicables en gran parte dependiendo del criterio del ingeniero, el Consultor deberá justificar la metodología utilizada estableciendo sus ventajas.

3.7.2.7 Aplicación de las teorías y métodos de predicción

Se presentarán las distribuciones de frecuencia más adecuadas para los análisis de los fenómenos de lluvia, caudal, temperatura, etc., indicando finalmente el método de predicción adoptado. Esta labor es de capital importancia, puesto que cuantifica un fenómeno que incide directamente en el dimensionamiento de las obras.

3.7.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

El objeto de los estudios hidráulicos es el dimensionamiento y diseño de las estructuras de capacidad apropiada utilizando los niveles y caudales obtenidos en el estudio hidrológico, para evacuar eficientemente las aguas que puedan afectar la estabilidad de la vía. Tal como lo establece el **Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS,** las estructuras pueden ser de desvío, control, protección, remoción o de cruce bajo una vía.

3.7.3.1 Análisis hidráulico y de socavación

En la selección del área hidráulica deben tenerse en cuenta el nivel de aguas máximas, el paso de materiales de arrastre y la socavación. Igualmente se deberán determinar niveles de aguas y velocidades.

Se debe determinar el efecto de las inundaciones sobre la infraestructura y propiedades adyacentes.

Se debe proveer estructuras de alivio y de protección cuando se interfiera el flujo durante las inundaciones o cuando se reduzca la capacidad hidráulica por efecto de la estructura del puente y sus obras complementarias.

Se determinarán los efectos de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes, como resultado de las estructuras propuestas, tanto de los puentes como de las obras complementarias.

3.7.3.2 Geomorfología - dinámica fluvial

Los estudios geo-morfológicos explicarán la dinámica evolutiva de las corrientes de una zona en general, con el objetivo de ubicar y adoptar las obras de prevención, control y corrección más convenientes.

El Consultor deberá determinar las condiciones topográficas, morfológicas e hidrológicas de cada una de las cuencas y subcuencas aferentes al corredor vial, determinando entre otros el área de drenaje, pendiente de la cuenca y del cauce principal, coeficiente de escorrentía, tiempo de concentración, vegetación, tipo y uso del suelo, etc.

En aquellos casos donde el corredor vial discurra próximo a una corriente importante que pueda llegar a afectar la estabilidad de la vía, el Consultor deberá realiza un análisis multitemporal de las condiciones morfológicas y diseñar las obras de prevención y protección necesarias para evitar su daño. Para tal efecto el Consultor deberá utilizar aerofotografías, imágenes de satélite, estudios previos y demás información que le permita realizar un análisis multitemporal del comportamiento de los cauces.

3.7.3.3 Obras menores

Se determinará el tipo de funcionamiento hidráulico en los aspectos de control de entrada y salida. Su eficiencia, altura, pendiente, longitud y posición con respecto al proyecto vial.

El Consultor deberá diseñar todas las cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas, canales, bateas, vados, badenes, estructuras de entrada y salida, y plasmar en planos los diseños específicos de cada sitio particular con sus cotas y coordenadas, así mismo deberá diseñar todas las

estructuras de control hidráulico requeridas a la entrada y salida con las cuales se garantice la estabilidad de las laderas (estructuras de caída escalonadas, rápidas lisas, escalonadas combinadas, etc.).

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el **Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS,** así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas ampliamente utilizadas en el medio como son las de la FHWA, el HEC 22 – Urban Drainage Design Manual, HEC 15 – Design of Roadside Channels with Flexible Linings, HDS 3 - Design Charts for Oppen Chanel Flow, Hds 4 – Design of Road Channels, HDS 4 – Introduction to Highway Hydraulics, HEC 11 – Design of Riprap Revetment, HEC 14 – Hydraulic Design of Energy Disipators for Culverts and Channels, el Highway Drainage Guidelines de la AASHTO, la Instrucción 5.2 – IC. Drenaje Superficial del MOPU de España, así como todas las guías Highway Design Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas. Todas las referencias mencionadas arriba pueden descargarse gratuitamente de internet, salvo la de la AASHTO.

3.7.3.4 Subdrenaje

El estudio contemplará un análisis del subdrenaje primordialmente en todos los sitios donde haya evidencia de agua subterránea. El Consultor en este capítulo deberá garantizar la evacuación del agua existente en el suelo o la infiltrada para dar estabilidad a la estructura del pavimento y a los taludes de la vía.

Se presentarán recomendaciones y diseños específicos para cada sitio donde el corredor vial lo requiera, ya sea sobre los taludes aferentes a la vía y/o en la calzada. Así como en las zonas de disposición de sobrantes de excavación, zonas proyectadas para campamentos, fuentes de materiales, zonas de acopio, etc.

El Especialista Hidráulico del Consultor deberá trabajar este capítulo con el Hidrogeólogo, Geólogo y Geotecnista

Entre otros el Consultor deberá dimensionar y diseñar drenes horizontales – transversales – longitudinales, capas drenantes de pavimentos, pozos verticales de alivio, drenajes y/o filtros de muros de contención, galerías y trincheras drenantes.

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el **Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS,** así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA y la AASHTO.

3.7.3.5 Drenaje de la corona

El Consultor en este aparte deberá garantizar la evacuación rápida y eficiente del agua que cae sobre ella, con el fin de brindar seguridad y comodidad a los conductores.

Entre otros, el Consultor a través de sus especialistas en Diseño Geométrico – Diseño de Pavimentos – Hidráulica, deberá evaluar el diseño geométrico que reduzca las trayectorias de agua que fluyen sobre la calzada para impedir que las películas de agua presenten un espesor que cause inconvenientes. De la misma manera el especialista en Pavimentos deberá evaluar la utilización de la textura superficial de pavimento, ya sea rígido o flexible, que mejore la visibilidad y evite el hidroplaneo. El Especialista Hidráulico deberá calcular y diseñar las estructuras de drenaje (cunetas, canales, drenes y/o filtros transversales) que garanticen la evacuación y manejo eficiente del agua proveniente de la corona.

El Consultor podrá utilizar para el cálculo las metodologías propuestas en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, o en su defecto las que considere más apropiadas para el tipo de proyecto específico y justificarlas.

3.7.3.6 Hidráulica de obras mayores

Los análisis hidráulicos de las obras mayores se realizarán de acuerdo a lo establecido en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, capítulos correspondientes a Drenaje Superficial, Puentes, el cual deberá ser adecuado a las necesidades del proyecto considerando su magnitud y complejidad.

Entre otros el Consultor evaluará y justificará su localización, cuantificará los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizará los levantamientos topográficos y batimétricos, analizará la dinámica del río y la presentará a escala 1:10.000 o mayor, realizará los estudios de suelos para caracterizar la granulometría del lecho con la cual se determinará la rugosidad de la corriente y se calculará la socavación, modelará las crecientes mediante la utilización de software tipo HEC-RAS o similar para determinar los niveles mínimos y máximos de inundación, evaluará el impacto aguas arriba y abajo generado por el puente, calculará el gálibo, analizará las distribuciones del flujo y velocidad cuantificando la socavación potencial y definiendo el nivel de cimentación de la infraestructura.

Para su diseño el Consultor podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el HDS 1 – Hydraulics of Bridge Waterways, HEC 22 - Urban Drainage Design Manual, HEC 21 - Design of Bridge Deck Drainage; el Highway Drainage Guidelines de la AASHTO, así como todas las guías Highway Design Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada

uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas. Todas las referencias mencionadas arriba pueden descargarse gratuitamente de internet, salvo la de la AASHTO.

3.7.4 CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN

Los estudios de socavación consistirán en determinar profundidades críticas de tipo erosivo inducidas por las corrientes y por las diferentes estructuras.

Entre otros el Consultor deberá calcular y evaluar los siguientes tipos de socavación:

Socavación general del cauce producida durante el flujo de una avenida por aumento de la capacidad de transporte del río.

Socavación transversal bajo el puente por aumento de la velocidad originada por la disminución de la sección transversal.

Socavación en las zonas externas de las curvas causadas por los flujos secundarios que arrastran material del fondo hacia el interior de la curva.

Socavación local al pie de pilas y estribos por generación de vértices a causa del desvío de las líneas de corriente.

Socavación por degradación de los cauces aguas abajo de embalses y otras estructuras que retienen los sedimentos (si aplica)

El Consultor sin embargo deberá implementar adicionalmente lo descrito en el **Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS** o su equivalente vigente al momento de los estudios.

3.7.4.1 Análisis de información de campo

Se presentará el análisis detallado del sitio, cruce y ponteadero seleccionado, conociendo las secciones transversales del cauce o río aguas arriba y abajo.

De la misma manera, se deberán presentar los perfiles topográficos longitudinales y batimétricos (si aplica), zonas de desborde, alturas de creciente, tipo de suelo de orillas y lecho, líneas y velocidades de flujo, coeficientes de rugosidad, muestras y análisis de los sólidos de fondo (curva granulométrica) y determinación de diámetros característicos, pendientes hidráulicas y caudales, con el objeto de aplicar las fórmulas más adecuadas que permitan obtener las profundidades críticas del fenómeno.

En cauces donde no sea posible la obtención de topografía de fondo, se harán levantamientos batimétricos con ese fin, lo mismo que muestras de los sólidos de fondo.

La selección de los equipos para la ejecución de batimetrías dependerá de la información requerida por el consultor, quien deberá sustentar la necesidad de dichos trabajos y presentar el procedimiento y/o metodología aplicable. En lo posible para ejecutar este tipo de trabajos deberá trabajar con ecosondas.

3.7.4.2 Aplicación de las teorías de socavación

El consultor presentará las fórmulas más adecuadas a la morfología de la zona que permitan conocer la profundidad de socavación, a todo lo ancho del lecho, en la zona definida de influencia , en el lugar seleccionado para la construcción de la obra, y/o en un punto en particular donde exista un obstáculo y/o en sus orillas.

Para los valores críticos de socavación se presentarán y diseñarán obras de control y protección.

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el **Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS,** así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el Bottomless Culvert Scour Study, Bridge Scour in Nonuniform Sediment Mixtures and in Cohesive Materials, Enhanced Abutment Scour Studies for Compound Channels, HDS 6 - River Engineering for Highway Encroachments, HDS 9 - Debris Control Structures, HEC 18 - Evaluating Scour at Bridges, HEC 23 - Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures Vol 1-2 ; el Highway Drainage Guidelines de la AASHTO, así como todas las guías Highway Design Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas. Todas las referencias mencionadas arriba pueden descargarse gratuitamente de internet, salvo la de la AASHTO.

3.7.5 CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

El Consultor deberá presentar un resumen sucinto de todos los resultados encontrados a través del estudio, principalmente aquellos que requieran de su utilización en otras especialidades o que generen conclusiones inmediatas; por ejemplo, milímetros promedio de precipitación multi- anual de la zona (gráficas y valores), caudal y niveles de diseño de "X" corriente - corrientes principales, temperatura promedio multi- anual, zonas críticas para el drenaje, periodo de lluvias para proyectar la ejecución de las obras, etc.

El consultor estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, incluidos los programas de computador utilizados, la metodología, los

resultados, el lenguaje y la memoria requerida: en síntesis debe entregar un "Manual del Usuario". Así mismo, entregará los planos, imágenes de satélite, aerofotografías y anexos que se utilicen para la comprobación de los resultados obtenidos.

Se hará entrega de toda referencia bibliográfica a que se haga mención en el estudio. Esta debe ser clara y precisa y, en los casos que se requiera, se adjuntarán los capítulos o análisis teórico-técnicos de una o alguna de las referencias en particular que permitan dar un concepto sobre un punto específico.

Si el consultor considera que deben incluirse o excluirse entregables, deberá solicitar y sustentar la modificación correspondiente.

3.7.6 CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor debe presentar en forma clara las conclusiones a que llegó el estudio, indicando las precisiones de éste, de igual manera las sugerencias o aportes que genera el estudio para ser tenidas en cuenta, antes, durante la construcción, y durante la etapa de operación.

3.8 VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS

El Informe Final FASE III del Estudio y Diseño de Estructuras, debe contener los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. ESTUDIOS REQUERIDOS

CAPÍTULO 3. PROYECTO ESTRUCTURAL

CAPÍTULO 4. PLANOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

CAPÍTULO 5. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CAPÍTULO 7. PRESUPUESTO OBRAS

CAPÍTULO 8. INFORME FINAL

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.8.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

3.8.1.1 Objetivo

A partir del conocimiento de todos los parámetros establecidos en los estudios requeridos como topografía, batimetría, diseño geométrico, geología, geotecnia, fundaciones, estabilidad de taludes, hidráulica, ambiental, urbanismo, arquitectura y demás áreas aplicables, pero sin limitarse a estas exclusivamente, diseñar las estructuras necesarias para la óptima funcionalidad del proyecto de tal forma que sea ejecutable.

3.8.1.2 Alcance

Realizar los diseños estructurales definitivos de las obras, se procederá, con el diseño estructural definitivo de las obras que así lo requieran, en lo referente a puentes, pontones, muros de contención, box-culverts y otros tipos de alcantarillas que atraviesen el eje definitivo del proyecto.

3.8.1.3 Generalidades

Con base en la definición del eje del proyecto, la sección transversal del sitio de la estructura, y partiendo del conocimiento de los estudios básicos de topografía, hidrología, hidráulica, socavación, geología, el estudio de suelos para el diseño de fundaciones y del diseño geométrico, así como los estudios ambientales y de urbanismo, además del reconocimiento directo del sitio por parte del equipo diseñador, se deberán realizar todos los diseños estructurales correspondientes al proyecto, que deberán contener los estudios de evaluación sísmica actualizados.

Para el diseño de obras de drenaje menores, Manual de Drenaje para carreteras INVIAS vigente al momento de los estudios, en concordancia con el Especialista de Hidrología, Hidráulica y Socavación, se consideran obras de drenaje menor, las que requieran alcantarilla. Podrán utilizarse los modelos normalizados vigentes de la cartilla correspondiente del INVIAS siempre y cuando los parámetros de diseño del proyecto correspondan con los indicados en la cartilla.

3.8.1.4 Normas aplicables

En el análisis y diseño de todas las estructuras, deberá cumplir como mínimo, pero sin limitarse a éstos, con los requerimientos pertinentes establecidos en los siguientes documentos:

3.8.1.4.1 Normas Principales

Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, emanadas del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS.

El Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes (CCDSP),

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10, contenida en la Ley 400 de 1997, (Modificada ley 1229 de 2008) y el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010.

Se deben seguir las especificaciones, requerimientos y recomendaciones del CÓDIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SÍSMICO DE PUENTES

Los documentos serán las versiones vigentes a la fecha de los estudios y en ausencia de regulación para el caso de puentes especiales; se debe seguir lo especificado en normas técnicas de la AASHTO y en su defecto la previamente aprobada por la entidad.

3.8.1.4.2 Normas complementarias

Además, cuando el objetivo del proyecto o las normas principales lo requieran, se deberá utilizar la última versión de las normas y especificaciones relacionadas en las normas principales, así:

Standard Specifications for highway bridges. Versión 17 de 2005, para todos los casos que no se contemplen en el código colombiano de diseño sísmico de Puentes, o en los casos donde los procedimientos contemplados en su texto ya no sean válidos a la fecha del proyecto.

ICONTEC

ASTM (American Society Testing Materials)

AWS Asociación Americana de Soldadura Especificación AWS D1.5 Bridge Welding Code

Otras Normas

La aplicación de cualquier norma no referenciada en las normas principales o como alternativa de estas deberá ser claramente justificada y aprobada por la INTERVENTORÍA y el INVIAS (coordinador del proyecto).

CARGA VIVA: La carga viva a utilizar será el camión C40-95 o su franja de carga correspondiente, o la que indique el código vigente en el momento de ejecución de los trabajos.

En el caso de puentes mayores donde no sea aplicable la metodología de diseño establecida por el CCDSP, se procederá a la homologación de la carga viva mediante proceso de calibración estadística.

VIDA ÚTIL: Se entiende por vida útil de un elemento o estructura, el periodo de tiempo a partir de su puesta en servicio, durante el cual debe cumplir la función para la que fue construido, contando siempre con la conservación adecuada pero sin requerir operaciones de rehabilitación. Para los puentes de carretera objeto de la presente Instrucción, se establece una vida útil de cien (100) años.

El período de retorno para la creciente de diseño es de 100 años en puentes y se deberá prever un galibo vertical mínimo 2.0 m para esta condición.

El sismo de diseño deberá tener una probabilidad de ocurrencia según se establece en el CCDSP Vigente.

3.8.1.5 Requisitos generales

No es la intención de estas Especificaciones reemplazar la capacitación y el criterio profesional del Diseñador; sólo establecen requisitos mínimos necesarios para velar por la seguridad pública. El INVIAS o el Diseñador pueden requerir que la sofisticación del diseño o la calidad de los materiales y la construcción sean más elevadas que lo establecido por los requisitos mínimos.

Los puentes se deben diseñar considerando los aspectos de resistencia, facilidad de construcción, seguridad y servicio, pero también considerando debidamente los aspectos relacionados con la facilidad de inspección, economía y estética.

3.8.1.6 Aspectos de resistencia

Se deberá tener especial cuidado en el uso de metodología de diseño LRFD; por cuanto uno de sus fundamentos es el uso de factores de carga determinadas estadísticamente y estos no han sido adelantados para nuestro país para la carga viva vigente.

3.8.1.7 Consideraciones mínimas de diseño

Se deben considerar requisitos mínimos sobre luces libres, protección ambiental, estética, estudios geológicos, economía, transitabilidad, durabilidad, facilidad de construcción, facilidad de inspección y mantenimiento.

Se debe tener cuidado en considerar los requisitos mínimos para seguridad del tráfico.

Se deben incluir requisitos mínimos para las instalaciones de drenaje y medidas de autoprotección contra el agua, y las sales transportadas por el agua.

Reconociendo que numerosas fallas en puentes han sido provocadas por la socavación, se analizaran en detalle los aspectos hidrológicos e hidráulicos.

3.8.1.8 Disposición del predio del puente

La ubicación y alineación del puente se deberán seleccionar de manera que satisfagan los requisitos de tráfico tanto sobre el puente como debajo del mismo. Se deben considerar posibles variaciones futuras de la alineación o el ancho del curso de agua, la carretera o las vías férreas cruzadas por el puente.

Cuando corresponda, se debería considerar la futura adición de instalaciones de tránsito masivo o el ensanchamiento del puente.

3.8.1.9 Facilidad de construcción

Los puentes se deberían diseñar de manera tal que su fabricación y erección se puedan realizar sin dificultades ni esfuerzos indebidos y que las tensiones residuales incorporadas durante la construcción estén dentro de límites tolerables.

Si el Diseñador ha supuesto una secuencia constructiva particular a fin de inducir ciertas tensiones bajo carga permanente, dicha secuencia debe estar definida en la documentación técnica.

Si hay restricciones al método constructivo, o si es probable que consideraciones ambientales u otras causas impongan restricciones al método constructivo, la documentación técnica deberá llamar la atención a dichas restricciones.

Si la complejidad del puente es tal que no sería razonable esperar que un contratista experimentado pronostique y estime un método constructivo adecuado al preparar la oferta económica para la licitación del proyecto, la documentación técnica debe indicar al menos un método constructivo factible.

Si el diseño requiere algún incremento de resistencia y/o arriostramiento o soportes temporales, esta necesidad debe estar indicada en la documentación técnica. Se deben evitar detalles que requieran soldadura en

áreas restringidas o colocación de hormigón a través de zonas con congestión de armaduras.

Se deben considerar las condiciones climáticas e hidráulicas que pudieran afectar la construcción del puente.

3.8.1.10 Economía

Los tipos estructurales, longitudes de tramo y materiales se deben seleccionar considerando debidamente el costo proyectado. Se debe considerar el costo de gastos futuros durante la vida de servicio proyectada para el puente. También se deben considerar factores regionales tales como las restricciones relacionadas con la disponibilidad de materiales, fabricación, ubicación, transporte y erección.

Si los estudios económicos no permiten determinar una elección clara del tipo de puente, su localización o sus materiales, el INVIAS puede requerir la preparación y cotización de documentación técnica alternativa. Los planos de diseño alternativos deben tener el mismo valor de seguridad, servicio y estética.

3.8.1.11 Seguridad del tráfico

Se debe considerar el tránsito seguro de los vehículos sobre o debajo del puente. Se deben minimizar los riesgos para los vehículos que se descarrilan dentro de la zona libre, colocando los obstáculos a una distancia segura de los carriles de circulación.

Las columnas o muros para estructuras de separación de rasantes se deberían ubicar de conformidad con el concepto de zona libre según lo indicado en el Manual de Carreteras vigente publicado por el INVIAS.

3.8.2 CAPÍTULO 2. ESTUDIOS REQUERIDOS

Los estudios y diseños de Puentes y demás estructuras, deberán ejecutarse de acuerdo con estos términos de referencia organizándolo por capítulos y conteniendo la descripción de las actividades realizadas con sus correspondientes memorias y conclusiones.

El alcance y metodología particular para los estudios necesarios del ponteadero se describen en los siguientes capítulos de este documento.

Todos los estudios son integrales para alcanzar el objetivo planteado; por lo que se debe tomar en cuenta que las memorias e información obtenida de las actividades realizadas son documentos de referencia que servirán para

atender inquietudes presentadas durante la ejecución del proyecto, sin necesidad de adelantar investigaciones adicionales.

Siendo los planos los insumos básicos directos para la ejecución del proyecto, se requieren que estos contengan en forma clara, detallada y precisa, todos los aspectos concluyentes de los estudios adelantados, esto con el fin de garantizar la rápida accesibilidad e interpretación de la información. Es requisito esencial que esta información sea presentada en planos integralmente.

Los documentos del proyecto deberán presentarse en medios impresos y en medio digital en formato PDF, igualmente es requisito básico que los planos sean entregados en medio magnético en formato CAD editable, esto para verificaciones más exactas o de mayor precisión durante la etapa de ejecución de la obra.

El informe final del estudio y diseño estructural para puentes y obras complementarias a nivel Fase III, deberá organizarse en los siguientes capítulos:

Estudios ambientales y sociales.

Estudios de urbanismo.

Estudios de evaluación de alternativas.

Estudios topográficos.

Estudios de Geología.

Estudios de Hidrología, hidráulica y Socavación.

Estudios de suelos para el diseño de fundaciones de puentes.

Proyecto Estructural.

Planos de Diseño ó Construcción.

Cantidades de obra y especificaciones de Construcción.

Análisis de precios unitarios.

Presupuesto.

Informe Final.

3.8.2.1 Estudios ambientales y sociales

Se debe considerar el impacto de un puente y sus accesos sobre las comunidades locales, los sitios históricos, las tierras pantanosas y otras áreas sensibles desde el punto de vista estético, ambiental y ecológico. Se debe garantizar el cumplimiento de las leyes estatales sobre el agua; las reglamentaciones estatales referentes a la invasión de zonas de inundación, peces y hábitat de vida silvestre; y los requisitos del Departamento de atención de emergencia, las CAR, o la entidad regional encargada. Se deben considerar la geomorfología del curso de agua, las consecuencias de la socavación del lecho, la eliminación de la vegetación estabilizadora de los taludes y, cuando corresponda, los impactos sobre la dinámica de las mareas.

3.8.2.2 Estudios de urbanismo

En el caso de puentes en zonas de asentamientos urbanos, se deberá hacer un análisis especial con énfasis en la afectación del entorno urbano y social, considerando en el análisis de alternativas además del costo de construcción, aquellos costos complementarios como los de obras de urbanismo y los costos sociales que sean necesarios para minimizar los impactos adversos de la estructura y la carretera.

3.8.2.3 Estudios de evaluación de alternativas

La elección de la ubicación de los puentes se deberá justificar mediante el análisis de al menos tres alternativas, considerando aspectos económicos, técnicos, sociales y ambientales, como así también los costos de mantenimiento e inspección asociados con las estructuras y con la importancia relativa de los aspectos antes mencionados.

Según los riesgos involucrados, se deberá cuidar de elegir ubicaciones favorables para los puentes, es decir, ubicaciones que:

- Se ajusten a las condiciones creadas por el obstáculo a cruzar.
- Faciliten un diseño, construcción, operación, inspección y mantenimiento práctico y efectivo desde el punto de vista de los costos.
- Satisfagan los niveles de servicio y seguridad de tráfico deseados.
- Minimicen los impactos adversos de la carretera.

Para la alternativa de ponteadero seleccionada, se deberán evaluar al menos tres alternativas estructurales que incluyan, además del sistema estructural, tipo de material (acero o concreto).

Incluirán la evaluación detallada de ventajas y desventajas de cada alternativa seleccionada, así como la memoria detallada de cantidades de obra preliminares según se define para la evaluación económica de cada alternativa.

3.8.2.4 Estudios topográficos

La ejecución del levantamiento topográfico será realizada según se indica en el Volumen de Trazado y Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial de los presentes términos de referencia.

Informe topográfico para ingeniería de puentes y estructuras

Siendo la topografía el documento de partida para la coordinación de los estudios y diseños finales, se deberá presentar en la forma más detallada posible, planimetría y altimetría referenciada a niveles y coordenadas

Se deberá referenciar espacialmente y a escala cualquier construcción existente tales como, estructuras de contención, obras de drenaje, alcantarillas, torres y cualquier otra estructura; indicando claramente en el plano el tipo de elemento, sus dimensiones y descripción.

El informe topográfico consistirá en los datos de campo, archivos de estación y carteras los cuales deben presentarse en medio magnético e impreso según corresponda, indicando en el informe el software y versión utilizada para la lectura el procesamiento de los datos.

Dada la facilidad de procesamiento de dato por el uso de las herramientas modernas de levantamiento topográfico y los implementos de análisis y presentación (software 3d); la cantidad de información requerida podrá ser más exigente.

En el caso de que durante los diseños se determine la necesidad de ampliación de topografía (generalmente de detalle); esta deberá integrarse al levantamiento general. No se acepta la presentación fraccionada e independiente de la topografía de detalle.

Planos

<u>Plano(s) general(es)</u>

La topografía completa del área del proyecto estructural se presentara en los planos generales del proyecto en planta-perfil a escala 1:200.

Debe contener: un plano de ubicación, planimetría con curvas de nivel cada metro si la quebrada o cañada es profunda o más juntas si el terreno es llano o las barrancas son poco definidas.

En la proyección del obstáculo se presentarán elementos del diseño geométrico de la vía, el eje debidamente referenciado y abscisado, cota de agua máxima, cotas de rasante.

Secciones transversales por el eje propuesto enlazado con el eje de la vía. Cada 10,0 m y durante una longitud de por lo menos 200 m antes y 200 m después de cada estribo del puente en un ancho de 20 m a cada lado de la vía; de tal forma que se cubra con suficiencia cualquier posible relocalización del proyecto durante el desarrollo de los estudios.

Perfil longitudinal y secciones transversales del lecho, 250 m aguas arriba y abajo, situadas cada 10 m, un perfil longitudinal del eje del lecho del río en 500 m aguas arriba y abajo.

Plano de localización de la estructura

Escala 1:200, pero cualquiera que sea la escala, deberá ser la misma utilizada en la planta-perfil del plano general.

Para el ponteadero seleccionado y para cada una de las alternativas estudiadas, se deberán mostrar perfiles por el eje de la vía.

Para la alternativa seleccionada se realizará topografía de detalle, replanteando la localización del perfil topográfico por el eje seleccionado y por los bordes del tablero proyectado, así como el perfil topográfico transversal por el eje de las unidades de infraestructura

3.8.2.5 Estudios de geología

Se refiere a la geología detallada de la zona de influencia de los puentes y deberá considerar el reconocimiento geomorfológico de las zonas aledañas a los puentes, a fin de determinar características y propiedades generales de los diferentes estratos o depósitos geológicos, con información sobre fallamientos, pliegues, diaclasas, sitios de inestabilidad potencial o cualquiera otra circunstancia que ponga en peligro la estabilidad de los puentes.

Junto con el informe del estudio geológico regional se deberá incluir un plano de geología particular del ponteadero el cual se integrará en el plano general del proyecto, se identificaran las áreas representativas de la geología y los puntos críticos arrojados por el análisis de riesgos. La información representada en planos corresponderá a:

- Espesor y características de los perfiles de meteorización, y descripción de cada uno.

- Localización, descripción y análisis de todas las formas y fenómenos de inestabilidad, y clasificación práctica de estos procesos.

- Identificación de fuentes de materiales.

- Selección de sitios adecuados para la disposición de sobrantes.

Los estudios geológicos y geotécnicos de ingeniería deben establecer las características geológicas tanto local como general de las diferentes formaciones que se encuentran, identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes, aportando la información necesaria para asegurar la construcción estable de los puentes, viaductos y obras de protección y su funcionamiento.

Entre las actividades mínimas a realizar se deben incluir las siguientes:

- Revisión y complementación de información existente a partir de estudios que describan la geología a nivel regional y local.

- Descripción geomorfológica.

- Zonificación geológica del área en estudio.

- Definición de las propiedades físicas y mecánicas de suelos y/o rocas.

- Definición de zonas de deslizamientos, avalanchas y aluviones sucedidos en el pasado y de potencial ocurrencia en el futuro.

- Recomendación de canteras para materiales de construcción.

- Identificación y caracterización de fallas geológicas.

- Evaluación sísmica local en puentes, localizados en zonas de amenaza sísmica alta Clasificados como esenciales de 2 o más luces y con una o más pilas con altura mayor a 20.0m medida desde la rasante al nivel superficial del terreno

Para la complementación y análisis de la información geológica se debe compilar y analizar toda la información geológica y geotécnica existente sobre el ponteadero, junto con los mapas topográficos, fotografías aéreas y satelitales, la batimetría y los mapas e informes geológicos.

3.8.2.5.1 Estudio de la geología regional

Definir el marco geológico del área de 10 km circundante del ponteadero, en cuanto a unidades litoestratigráficas, estructuras y la historia geológica. Se debe elaborar un mapa geológico regional a escala 1: 5.000 (2000) y cortes geológicos generales a la misma escala, preparado con base en fotogeología

y control de campo. Partiendo del I estudio geológico preliminar ya hecho durante la Fase II, se debe revisar y elaborar la parte central del nuevo mapa, continuando con la misma metodología que se empleó en su preparación, indicada en los estudios de fase II.

3.8.2.5.2 Estudio geomorfológico del ponteadero

Se debe estudiar la evolución del ponteadero y sus actuales tendencias de dinámica fluvial o de taludes mediante el análisis cuidadoso de mapas y fotografías aéreas a lo largo de tiempo. Debe disponerse de una serie larga de fotografías aéreas, en lo posible de 50 años. Elaborar mapas geomorfológicos detallados a escala 1:500 de cada fecha con la metodología de análisis de terreno para fines hidrográficos y clasificación del International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences ITC de Holanda. (Van Zuidam, R.A. and Van Zuidam-Cancelado, F.I., 1979, Terrain Analysis and Classification using Aerial Photographs; Vol. VII, Ch. 6 of the ITC Textbook of Photo-Interpretation, 310 p., Enschede, The Netherlands).

3.8.2.5.3 Estudio de la geología local

Se debe presentar el estudio geológico a escala 1:2.000 de los sitios de ponteaderos. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características geológicas. La localización de las estaciones geológicas se determinará con GPS. La resistencia de los suelos y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica (Geological Strength Index) [Marinos, V., Marinos, P. and Hoek, E. 2005, The Geological Strength Index - Applications and Limitations; Bulletin of Engineering Geology and the Environment, No.64, pp.55-65]. Es necesario que se haga parte de la exploración geológica por río, recorriéndolo aguas arriba y aguas abajo.

Recorriéndolo en lancha, en la medida que las condiciones lo permitan.

Se excavarán los apiques y trincheras necesarias para describir los suelos y la meteorización de las rocas., se harán sondeos eléctricos verticales, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar y perforaciones corazonadas, para investigar en detalle el subsuelo.

El número y longitud de las perforaciones depende en gran medida de la geología del sector del ponteadero y de la profundidad del cauce del río. Las perforaciones se harán: unas en tierra firme en las aproximaciones del puente y otras se harán desde plataformas flotantes o ancladas sobre el fondo del río. Se emplearán taladros con máquina de alimentación hidráulica, con los accesorios y equipo auxiliar correspondiente, para perforar mediante

percusión y lavado en suelos o mediante rotación con corona de diamante en rocas.

El programa de perforaciones contempla la descripción geológica detallada de todos los corazones. Se ejecutarán todas las labores de perforación y muestreo bajo la supervisión del geólogo residente, con el fin de obtener el mayor recobro posible y muestras de alta calidad representativas del estado inalterado del material. Hay que seleccionar brocas de diamante adecuadas para las litologías que se investigan. Se controlarán y registrarán por el perforador en formularios especiales los parámetros que incidan en la calidad del recobro y que contribuyan a la adecuada caracterización del material, tales como, agua de lavado, lodos, niveles de agua, fugas de agua, temperatura del agua, presiones, tiempos y longitudes de perforación. El nivel del agua se medirá diariamente con sonda eléctrica. Se suministrarán y referenciarán cajas portanúcleos metálicas de 4,0 m de capacidad máxima. Se guardarán y preservarán los núcleos recobrados en estas cajas en la secuencia correcta según la norma ASTM D2113, colocando separadores entre cada barrenada e identificando claramente la profundidad respectiva. Los corazones serán descritos en el sitio por el geólogo dentro de sus cajas y posteriormente se tomarán muestras de ellas para análisis completos de laboratorio. En las perforaciones de suelos se harán ensayos de penetración normalizada, cada 1,50 m o cuando se presenten cambios en el material que se está perforando, empleando muestreador de cuchara partida. siguiendo los procedimientos de las normas I.N.V.E.-101 hasta I.N.V.E.-107 y subsiguientes, que tengan relación con los suelos, en la perforación y en el análisis de laboratorio. Se efectuará el recobro de núcleos en todas las perforaciones en roca, empleando técnicas y procedimientos de perforación que garanticen el mayor porcentaje de recobro posible, siguiendo la norma I.N.V.E.-108. La descripción geológica de muestras se hará con formularios especiales siguiendo las normas de la Sociedad Geológica de Londres.

Se harán las descripciones geológicas detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones con lo indicado de la Sociedad Geológica de Londres. Los cortes geológicos verticales, a escala 1:2,000 integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

3.8.2.5.4 Estudio de las amenazas geológicas naturales

Las evaluaciones de amenazas del área en estudio proveen información sobre la posible ubicación y severidad de fenómenos naturales peligrosos y sobre su probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y un área determinada. Estos estudios se basan en gran medida, en información científica ya existente incluyendo mapas geológicos, geomorfológicos y mapas de suelos, datos climáticos e hidrológicos, y mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes de satélite. La información histórica, obtenida tanto en informes escritos como por intermedio de las

narraciones de quienes han habitado el área por mucho tiempo, también ayuda a categorizar los potenciales eventos. Idealmente, una evaluación de amenazas naturales concientizar a la gente sobre el tema en una región destinada al desarrollo, evalúa la amenaza de los eventos naturales, identificar la información adicional necesaria para hacer una evaluación definitiva y recomienda los medios más apropiados para poder obtenerla.

La información obtenida permite definir qué amenazas geológicas naturales hay en el sitio del ponteadero y cómo afectarán el sitio de la nueva estructura. Por ejemplo, habría que estudiar la estabilidad del cauce debida a la dinámica fluvial del río, el hundimiento regional producto de subsidencia o elevación del nivel del mar y el grado de sismicidad de la región.

3.8.2.5.5 Contenido del Informe de geología para ingeniería del ponteadero

El informe de geología de ingeniería de cada ponteadero debe tener el siguiente contenido:

- Introducción.
- Alcance.
- Geología Regional: Estratigrafía; Estructuras; Historia Geológica.
- Geología Local del Ponteadero: Morfología del Cauce; Estratigrafía; Estructuras; Geomorfología.
- Amenazas Geológicas; Estabilidad del Cauce; Sismicidad; Otras Amenazas.
- Planos Impreso referenciados al proyecto de cada ponteadero así como la presentación en medio magnético archivo fuente en software tipo CAD y presentación en PDF de los planos impresos.
- Referencias

Así mismo, se presentará en forma clara el volumen aprovechable, lo mismo que el material de descapote de las fuentes seleccionadas.

3.8.2.6 Estudios de hidrología, hidráulica, socavación

Los resultados de los estudios de Hidrología, Hidráulica y Socavación se consignaran en un informe detallado conteniendo las memorias de cálculo, datos, resultados, documentos consultados, donde se describan las conclusiones y recomendaciones de cada una de las soluciones adoptadas.

Integrado en el plano general del proyecto y referenciado a los ejes y niveles y a la estructura se presentará la información correspondiente a:

- Perfiles de socavación, general y local, se indicará claramente la recomendación que desde el punto de vista de socavación e hidrología se tenga para el nivel de cimentación de los elementos estructurales y de protección.

- Se indicarán los niveles de aguas máximas (N.AM) para el periodo de retorno de 100 años y nivel de agua media, así como la recomendación de galibo vertical mínimo teniendo en cuenta la existencia de avalanchas, crecientes o arrastre de empalizadas, en caso de navegabilidad del rio se debe estudiar el galibo horizontal.

- Como parte integral del informe se presentará uno a más planos detallados a escala la localización en planta y perfil de los elementos de protección debidamente dimensionados y referenciados a la localización del ponteadero. En el caso de que estos elementos requieran elementos adicionales de control hidráulico, se presentara en detalle la geometría correspondiente.

- Se destacarán los elementos de drenaje, obras menores, y las recomendaciones de conducción de aguas para proteger los taludes del ponteadero.

Los cruces sobre cursos de agua se deben ubicar considerando los costos del capital inicial requerido para la construcción y la optimización de los costos totales, incluyendo las obras de corrección del cauce y las medidas de mantenimiento necesarias para reducir la erosión. Los estudios de las posibles ubicaciones alternativas del cruce deben incluir la evaluación de:

- Las características hidrológicas e hidráulicas del curso de agua y su zona de inundación, incluyendo la estabilidad del cauce, historial de inundaciones y, en cruces estuarinos, rangos y ciclos de las mareas.

- Los efectos del puente propuesto sobre los patrones de flujo de las inundaciones y el potencial de socavación resultante en las fundaciones del puente.

- El potencial de crear nuevos riesgos de inundación o aumentar los riesgos de inundación existentes.

- Los impactos ambientales sobre el curso de agua y su zona de inundación.

Los puentes y sus accesos en las zonas de inundación se deberán ubicar y diseñar considerando las metas y objetivos del manejo de la zona de inundación, incluyendo:

- Prevenir el uso y desarrollo no económico, riesgoso o incompatible de las zonas de inundación.
- Evitar invasiones transversales y longitudinales significativas, siempre que sea posible.
- Minimizar los impactos adversos de la carretera y mitigar los impactos inevitables, siempre que sea posible.
- Lograr consistencia con la intención de las normas y los criterios del Departamento Nacional de Atención de Emergencias, siempre que corresponda.
- Agradación o degradación a largo plazo.
- Compromisos asumidos para obtener las correspondientes autorizaciones ambientales.

3.8.2.6.1 Información básica del sitio

El proponente deberá obtener y analizar:

- Mapas y perfiles actualizados de los sectores de ponteadero, incluyendo ambas márgenes hasta donde pueda llegar la influencia de los niveles máximos del agua.
- Fotografías aéreas de varias épocas.
- Niveles observados de aguas máximas y fechas de ocurrencia.
- Información sobre las características del material de arrastre y estabilidad del cauce y de las márgenes.
- Levantamiento batimétrico de todo el sector en estudio, con el cubrimiento suficiente que permita conocer las condiciones siguientes:
  - Profundidades del flujo.
  - Pendiente hidráulica y del fondo del río.
  - Mediciones hidrométricas para conocer la distribución del flujo, las velocidades, los caudales y la dirección de la corriente.

- Muestreos del material del lecho y de las capas subyacentes y ensayos de laboratorio con el fin de determinar, entre otros, granulometrías, pesos específicos, cohesión.

3.8.2.6.2 Estudios Hidrológicos

Caudales y Sedimentos

Se estudiarán las crecidas de los ríos en sitios de los Puentes en un período de retorno de 100 años, para determinar los caudales máximos y los niveles máximos de aguas, para definir un gálibo mínimo recomendado.

Los puentes se diseñarán para el paso del caudal de magnitud y frecuencia consecuente con el tipo de obra, clase de vías e importancia estratégica de comunicación.

También se estudiarán los caudales medios y mínimos y sus relaciones con los caudales que ocupan.

Se deberá realizar una caracterización hidrosedimentológica que permita establecer parámetros tales como peso específico de la mezcla agua-sedimento para análisis de socavación y otros que se requieran para el estudio hidráulico.

3.8.2.6.3 Análisis Hidráulico y de Socavación

Se deberán determinar niveles de aguas, velocidades medias y coeficientes de rugosidad representativas en los ponteaderos, verificación con los niveles registrados para la situación actual y para diferentes opciones del conjunto puente

Se deberá indicar los efectos y protecciones o drenajes en los terraplenes de acceso.

Determinación de la socavación general en condiciones naturales y la producida por las pilas y estribos de los tipos de puentes propuestos y de las obras complementarias. Se deberán emplear varios métodos con el fin de establecer y adoptar los parámetros de diseño mediante un análisis exhaustivo muy bien soportado.

En la selección del área hidráulica deben tenerse en cuenta el nivel de aguas máximas, el paso de materiales de arrastre, y la socavación.

Se debe determinar el efecto de las inundaciones sobre la infraestructura y propiedades adyacentes.

Se debe proveer estructuras de alivio y de protección cuando se interfiera el flujo durante las inundaciones o cuando se reduzca la capacidad hidráulica por efecto de la estructura del puente y sus obras complementarias.

Se determinarán los efectos de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes, como resultado de las estructuras propuestas, tanto de los puentes como de las obras complementarias.

3.8.2.7 Estudios de suelos para el diseño de fundaciones de puentes

Los resultados de los estudios de Suelos para el diseño de fundaciones de puentes, obras de arte y otras estructuras de contención se consignaran en un informe detallado conteniendo las memorias de cálculo, datos, resultados, documentos consultados, donde se describa además de lo arriba requerido, las conclusiones y recomendaciones de cada uno de las soluciones adoptadas.

El estudio comprende la realización de la exploración y caracterización detallada de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras, conforme los requerimientos para el desarrollo de los estudios a nivel de Fase III. Según se indica en el documento VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES FASE III.

Entre otras actividades se deben realizar las siguientes:

- Ejecutar mediante sondeos o perforaciones, la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas. Como complemento a estas investigaciones se podrán emplear métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas.

- Las exploraciones que se lleven a cabo deberán ser suficientes para definir en los estratos conformados por suelo: Espesor de los estratos, clasificación e identificación de los suelos, propiedades de ingeniería pertinentes (resistencia el esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad). La profundidad de las perforaciones, las pruebas de laboratorio por realizar deberán cumplir con las exigencias establecidas a continuación.

3.8.2.7.1 Elaboración de estudios de geotecnia y suelos para Ingeniería de Puentes

<u>Premisas y definiciones generales</u>

El Consultor definirá tipo de cimentación, cota recomendada, características de los suelos, estratigrafía, esfuerzos de trabajo, metodología para las excavaciones dentro de los ríos, metodología para la construcción de las

cimentaciones, tipo de cimentación, para cada uno de los puentes objeto del contrato.

Para estos estudios deben llevarse a cabo o complementarse las siguientes actividades:

- Ejecución de exploraciones, perforaciones y ensayos "in situ" o de laboratorio, y análisis requeridos. Dichas perforaciones se efectuarán hasta una profundidad tal que se encuentre un estrato lo suficientemente resistente, con profundidades mínimas de 25 a 30 metros por apoyo, para fijar la cota de cimentación, en un estrato competente desde el punto de vista de socavación y de capacidad.

- Recomendación de los taludes adecuados y diseño de las obras de drenaje, contención y demás tratamientos requeridos para prevenir o controlar procesos erosivos o deslizamientos.

- Recomendaciones sobre las secuencias, procesos y técnicas constructivas más adecuadas.

- Estudio y recomendación de los sitios de depósito o disposición de materiales provenientes de excavaciones, cortes y derrumbes, de tal manera que no representen problemas potenciales de represamiento y/o contaminación de ríos o quebradas, y que conserven la estabilidad de los taludes naturales. Se hará el levantamiento topográfico de estos sitios y se calculará su capacidad de almacenamiento, suministrando su ficha catastral con el fin de que el INVIAS pueda efectuar el trámite de adquisición.

- El Consultor deberá evaluar en caso de requerirse, los taludes de lleno existentes, y presentar un plano detallado con el tratamiento recomendado para cada sitio inestable, en el cual se registrará, en forma precisa, la topografía y las obras que deban ser ejecutadas para su estabilización, indicando las cantidades de obra, las recomendaciones y alternativas para la ejecución de dicho tratamiento.

Investigación de suelos

De acuerdo con el alcance establecido en el programa de exploración de campo, indicado más adelante, se tienen en resumen las siguientes actividades de investigación.

Exploración Preliminar

Dado el caso de que en la etapa inicial de evaluación de alternativas no se tenga certeza sobre la exploración exacta de los elementos de infraestructura y por lo tanto se tiene conocimiento del tipo de cimentación y mucho menos

del nivel de exploración; el consultor adelantara una exploración geoeléctricos complementada con sondeos piloto para definir el perfil del terreno. Una vez se seleccione la alternativa de ponteadero y posición de los elementos de infraestructura, se adelantaran las actividades de exploración definitiva

Exploración Definitiva

Se adelantará una perforación debajo de cada unidad de infraestructura como mínimo, con profundidades tales que se encuentre un estrato lo suficientemente competente, para fijar la cota de cimentación, desde el punto de un estrato resistente como desde el punto de vista de socavación, con toma de muestras para ensayos de laboratorio.

Las profundidades mínimas de exploración deberán estar acordes con las establecidas en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, esto es que el nivel de exploración deberá estar al menos 6.0m por debajo del estrato de fundación.

Ensayos y Estudios de Laboratorio

De las muestras recogidas se harán todos los análisis y ensayos solicitados en las normas existentes para la caracterización de suelos de cimentación, tales como granulometrías, límites plástico y líquido, densidad, humedad, coeficientes de presión de tierras, capacidad portante, perfiles estratigráficos, propiedades de los suelos desde el punto de vista sísmico, posibilidades de licuación, asentamientos esperados, etc.

Del análisis de la información obtenida en los sondeos y de la contenida en los estudios previos existentes, el Consultor confirmará o revaluará los métodos de cimentación recomendados, así como la definición del tipo de cimentación a utilizar en cada uno de los apoyos del puente, estribos y pilas.

Fuentes de Materiales

Se refiere a la identificación de fuentes de materiales para pavimento, concretos estructurales, subdrenajes, terraplenes y otros usos, para cada uno de los puentes y de la vía.

Se realizarán exploraciones por medio de sondeos, apiques, trincheras y procedimientos semejantes. Las muestras representativas se someterán a ensayos que permitan definir la bondad del material para ser usado en las diferentes capas de la estructura del pavimento o en la conformación de terraplenes, teniendo en cuenta las normas vigentes del INVIAS al respecto. Los suelos se clasificarán según los sistemas USC y AASHTO.

Los materiales de las fuentes finalmente seleccionadas deberán cumplir las normas y especificaciones vigentes del INVIAS.

El Consultor deberá presentar un plan detallado de utilización de las fuentes seleccionadas para diversos usos y recomendar un sistema para su explotación, así como los diseños de obras de ingeniería y medidas ambientales requeridas durante y con posterioridad a su explotación, de tal manera que se provean los elementos preventivos que garanticen que no se inducirá inestabilidad, ni se producirán efectos nocivos, como contaminación de corrientes, alteración de drenajes naturales, inadecuado manejo de los escombros, daños en propiedades ajenas, etc.

El programa de utilización deberá condensarse en un gráfico titulado "Plan de Utilización de Fuentes de Materiales y Acarreos", en el cual se incluirá la clasificación, utilización, volumen disponible y resultados de los ensayos más representativos, tales como desgaste, solidez, gradación, límites, equivalente de arena, adherencia, etc.

El informe sobre fuentes de materiales se complementará con la siguiente información básica: identificación de las fuentes seleccionadas, accesos, propiedad, situación legal, disponibilidad de servicios, volúmenes de material utilizable y desechable, descapote, procedimiento y sistema de explotación y producción.

Zonas de Depósito

Para la definición de estas zonas, el Consultor deberá ejecutar las siguientes actividades:

Investigación geotécnica para determinar la capacidad del sitio, y los tratamientos iniciales para garantizar la estabilidad futura del área.

Topografía del área por utilizar, referenciada en varios puntos mediante mojones en concreto.

De acuerdo con la topografía y las propiedades geotécnicas, determinar el volumen de material, taludes, bermas, cunetas, filtros, muros de contención, empradización, arborización y protección final contra la erosión.

Plano en planta y secciones del sitio de disposición final, según el diseño, y cálculo de las cantidades de obra que demandará este trabajo.

3.8.2.7.2 Exploración Geotécnica para Puentes

Premisas y definiciones generales

Partiendo de la siguiente Premisa: "*Ninguna estructura puede ser más fuerte que los elementos que la soportan*", se define que el objetivo de los sondeos

geotécnicos y sus análisis será proveer muestras y resultados tendientes a determinar el tipo de cimentación que la cumpla.

En general, todos los sondeos para el diseño de un puente son realizados una vez; sin embargo si estos son insuficientes en número o profundidad; se deberán programar perforaciones complementarias para efectos de cumplir con los requerimientos de confiabilidad en los niveles de cimentación (estrato de cimentación debe estar a 6,0 m por debajo del nivel de exploración).

Se programaran nuevos sondeos en caso de que eje del proyecto definitivo se localice a más de 2 veces la mayor dimensión en planta de la cimentación o 30m del punto de sondeo inicial. Solo se exceptúan de este requerimiento los puentes localizados en terrenos evidentemente homogéneos desde el punto de vista geotécnico, pero en este caso se deberá realizar la verificación de la información por medio de métodos geofísicos o refracción sísmica. En cualquier caso se deberá hacer un sondeo en cada punto donde se prevea una unidad de infraestructura (pila, estribo, macizos de retención, muro de contención, contrapesos).

En proyectos de vías nuevas de gran importancia se requiere realizar sondeos piloto con el fin de establecer parámetros preliminares para el dimensionamiento y definición de la cimentación de los puentes a nivel de fase II; esta información deberá ser complementada con sondeos para diseño bajo cada unidad de infraestructura en la etapa de diseño (Fase III).

Sondeos piloto

En el caso de proyectos en etapa de análisis de alternativas o proyectos de vías nuevas se deberán realizar sondeos piloto, localizado según los criterios de ingeniería en los puntos preliminares de apoyo. Los sondeos piloto y sus análisis deberán contener la información requerida para preparar:

- Diseño preliminar de la cimentaciones del puente.
- Fijar el alineamiento de la vía.
- Evaluar costos iniciales del proyecto.

Sondeos de diseño

Los sondeos de diseño deberán realizarse para suministrar a partir del muestreo y ensayos, todos los datos sub superficiales para de ellos obtener los diseños de las estructuras de cimentación con el nivel de confiabilidad requerido por las especificaciones de diseño. En general los sondeos de diseño son suficientes cuando se establecen los requerimientos de profundidad de exploración adecuadamente. Sin embargo en algunos casos

se podrán requerir de sondeos complementarios; los cuales deben realizarse en los casos anteriormente anotados.

Sondeos de control

Durante la ejecución de proyectos de estructuras longitudinales sobre terreno, se deberán efectuar sondeos de control con el fin de determinar a partir del análisis de la variación de las condiciones del terreno, la necesidad a no de realizar sondeos complementarios para verificar las condiciones de diseño.

Plan de perforación

Una vez definida la localización, alineación y estructuración del puente (luces, tipología estructural); se deberá elaborar un plan de perforación por cada puente separado presentando en un formato en hoja tamaño carta la siguiente información.

Nombre del ponteadero

Localización vista en planta de la estructura propuesta y localización referenciada al eje de cada uno de los sondeos con símbolo estándar y una tabla indicando número del sondeo , elevación de la superficie aproximada (nivel); profundidad del sondeo a partir de la superficie y de la rasante (estimada).

La interventoría deberá revisar el plan de perforación propuesto y transmitir al consultor los comentarios pertinentes con las modificaciones sugeridas.

El anterior proceso se deberá atender tantas veces como lo requiera la conciliación de criterios y solo hasta tener la aprobación total de cada documento; se procederá a la ejecución de la perforación de diseño.

Profundidad y ubicación

A partir de la definición preliminar del puente, se define un nivel de referencia localizado en la base (nivel inferior del dado, zapata, cabezal, estribo) el cual sirve de referencia para determinar la profundidad de la exploración (sondeo); este nivel se localizara al menos 3,0 m por debajo del nivel del terreno en el punto mas bajo del terreno; localizado en la sección transversal del eje del apoyo. Para pilas el nivel de referencia se localizara al menos 4,5 m por debajo del nivel del terreno

Perforaciones piloto

Profundidad: Se hará una exploración preliminar mediante un sondeo, a una profundidad de al menos 5,0 m por debajo del nivel de referencia. Cada sondeo piloto se hará a partir del punto más bajo de referencia hasta la profundidad indicada a hasta obtener rechazo (N>120 golpes SPT). En caso de que se encuentre roca por encima del nivel de referencia; se deberá extraer un núcleo de 3,0 m por debajo del nivel de referencia y se termina la perforación

Ubicación: Una perforación por cada unidad de infraestructura. Debe examinarse el núcleo de la roca en esta etapa (clasificación y resistencia, diaclasamiento, buzamiento) si se define que este puede ser el nivel de cimentación.

Perforaciones diseño.

Profundidad: Por lo menos un sondeo se hará hasta el lecho de roca en cada unidad de infraestructura. En el caso de viaductos de luces considerables (mayores a 200 m) se requiere hacer evaluación geotécnica en puntos intermedios, así se debe realizar perforaciones intermedias hasta el lecho de roca.

Ubicación: Las perforaciones se tomarán por cada unidad de infraestructura de puente, arco de metal, Box Culvert con una luz superior a 2,0 m, muro contención. Para estructuras más pequeñas deben regir criterios técnicos debidamente soportados.

Cantidad de sondeos: se establecen los siguientes criterios para definir el número de sondeos requeridos por tipología estructural.

Se hará un sondeo en cada extremo de pila, estribo y en el extremo exterior de cada aleta de contención, cuando esta tengan más de 10 m de longitud o 30 m medidos desde la localización del sondeo más próximo.

En caso de muelles y / o muros con más de 30,0 m de largo se requerirá un sondeo en cada extremo y a partir de sondeos de control por cada 30.0m definir la necesidad de sondeos complementarios

Para Box culverts hasta 15 m de largo, se requieren dos perforaciones. Para alcantarillas de más de 15 m tres perforaciones

La descripción anterior se da como una guía; la profundidad a la que se realizan las perforaciones puede variar, dependiendo de los requerimientos de diseño.

Otros requisitos de exploración del subsuelo

Las exploraciones del subsuelo adicionales se describen a continuación se incluirán como parte del programa de exploración.

Laboratorio de ensayos: Cualquier programa de pruebas de laboratorio sobre las muestras recuperadas en los sondeos se debe hacer en un laboratorio debidamente certificado, bajo la dirección de un ingeniero especialista en geotecnia que cumpla con el perfil especificado en los términos de referencia. No se debe iniciar ningún trabajo de laboratorio hasta no tener la aprobación de la interventoría.

Pozos de prueba (Apiques): se deben hacer pozos de prueba (apiques) en condiciones de exploración de estructuras existentes a ser reutilizadas, esto con el fin de determinar características de las estructuras actuales (dimensiones, localización del talón o parte exterior de la zarpa, espesor de la zapata o dado). Un mínimo de dos pozos de prueba serán excavados en cada estribo, uno a cada lado de la pila.

Exploración dimensional: son necesarios procedimientos exploratorios para determinar la geometría de la sección transversal de la pared, ancho, masa y el grosor de dado o zapata, de estructuras cuyo potencial de reutilización se va a evaluar. Se harán perforaciones exploratorias en concreto, en conjunción con los núcleos de ensayos de patologías, a todos los muros, paredes o pilas de estructuras existentes que pueden ser conservadas y de las cuales no se tienen los planos exactos.

Si se encuentra un estrato de arcilla o material compresible puede ser necesario tomar muestras para los exámenes de laboratorio y análisis. En general, este tipo de trabajo se lleva a cabo en el programa de sondeos complementarios después de los resultados de los sondeos de control son revisados.

Aguas subterráneas observación del nivel freático

El nivel de agua subterránea como se informó en el programa de exploración puede no ser exacto ya que es posible que durante la operación de sondeo no se haya tenido tiempo suficiente para estabilizar o puede ser afectada por el uso del agua en el proceso de perforación. Cuando un estudio indica que una excavación en suelo granular se debe hacer bajo el nivel de aguas subterráneas; se deberán hacer perforaciones de observación. No más de una (1) perforación de observación debe ser instalado en un puente, excepto con la aprobación previa de la interventoría. A menos que se indique lo contrario, la parte inferior de la perforación deberá está a 3,0m debajo del nivel de referencia.

El personal de campo deberá medir y reportar los niveles de agua mensual para el Ingeniero, a menos que su variación indique la necesidad de realizar lecturas con más frecuencia. Esta información debe ser tabulada y mostrada en los planos de Diseño y Construcción

Lugares de perforación inaccesible

Debido a ciertas condiciones físicas, tales como edificios, cables aéreos, o por problemas con estructuras existentes, los equipos de perforación pueden no tener acceso y por lo tanto no se pueden realizar las perforaciones que se precisan para la estructura. En tales casos, se harán dos sondeos, uno a cada lado de la interferencia en los puntos más cercanos posibles al eje estructural futura y se programaran las perforaciones adicionales indicando el requerimiento en planos y en el contrato de construcción. Esto puesto que el adjudicatario del contrato para construcción podrá tomar estas perforaciones adicionales sin interferencias, ya que el sitio del proyecto que estará libres de todas las estructuras antes de comenzar la construcción.

Las perforaciones adicionales se llevarán a cabo en la Sección de Puente para determinar si son necesarios cambios en el diseño de las bases. La estimación del costo de este análisis deben ser incluidas en la evaluación del diseñador. La ubicación de estas perforaciones adicionales se debe mostrar en los planos de contrato.

Cabe señalar, sin embargo, que deber hacerse todo el esfuerzo posible para obtener la información requerida para el diseño de la subestructura durante la etapa de exploración y diseño.

Presentación de los datos de exploración subterránea

Todas las perforaciones, pozos de prueba, o la información sísmica que se han adoptado deben figurar en los planos, incluso aunque algunos de los sondeos hayan sido de exploración preliminar. Como el caso en que algunas de las perforaciones se toman en un sitio y luego se cambia el alineamiento por lo que se requieren perforaciones nuevas. Es obligatorio indicar en planos la totalidad de las perforaciones realizadas

Es responsabilidad del consultor describir con precisión los resultados de los muestreos en los planos indicando gráficamente la estratigrafía referenciada a los niveles del proyecto en cada cambio de estrato.

Deberá describir gráficamente el perfil estratigráfico previsto para el ponteadero en plano a escala detallada.

Nivel freático: Las elevaciones del nivel del agua subterránea en la terminación de la perforación. Esta elevación puede ser de gran importancia para determinar medidas de control de agua para la construcción de la zapata en seco.

Definir y presentar en plano los niveles de cimentación; esto es la parte inferior de la base propuesta para cada elemento y el nivel de la punta inferior del pilote o caisson de la subestructura.

Conclusiones y recomendaciones de geotecnia para ingeniería de puentes

Las conclusiones y resultados indicados en este capítulo deberán estar claramente referenciados en los planos generales del proyecto.

Resultados

Los resultados alcanzados en el estudio deberán recopilarse en este capítulo que contendrá como mínimo, para cada unidad de infraestructura, sin que esto sea excluyente del alcance, lo siguiente:

- Recomendaciones de cimentación, indicando tipo, tablas de capacidad variando dimensiones.
- Información de parámetros de interacción suelo estructura, módulo de reacción de la sub-rasante, explicando claramente sus unidades y su utilización.
- Asentamientos totales y diferenciales en cada unidad.
- Parámetros sísmicos de acuerdo con la clasificación del suelo.
- Perfil estratigráfico: como parte integral del informe se presentará uno o mas planos a escala, con el perfil estratigráfico obtenido a partir de ensayos de refracción sísmica (según la importancia del ponteadero).
- Recomendaciones constructivas de la cimentación.
- Parámetros de Rellenos, gradación, ángulo de fricción, disposición, compactación, proceso constructivo, etc.
- Anexo con los resultados del programa de investigación geotécnica y caracterización de suelos.
- Memorias de cálculo.
- Estudios de amenaza sísmica locales (De acuerdo con la importancia del proyecto).
- En el caso de que el obstáculo corresponda a una zona de inestabilidad se deberá presentar en el plano, la superficie de falla referenciada a la topografía por el eje y los bordes del ponteadero.
- Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

Anexos

- Plano de Localización de las perforaciones y la localización de los sondeos de exploración. Se presentará en plano en planta perfil. La localización deberá ser georeferenciada con coordenadas y niveles. El plano deberá contener a una escala adecuada la estratigrafía obtenida en los sondeos. Se indicará, para cada unidad de infraestructura o elementos de protección el nivel y el estrato de cimentación.

- Registros de perforaciones.

- Resultados de ensayos de laboratorio e in situ.

- Memorias de cálculo: Análisis de estabilidad, Diseños de obras complementarias.

- Planos topográficos, geológicos y de obras (en planta y perfil) a la escala del plano general, escala 1:200.

- Fotografías del sitio en estudio.

3.8.3 CAPÍTULO 3. PROYECTO ESTRUCTURAL

En el proyecto estructural se realiza el diseño definitivo de la estructura del puente y las obras complementarias y por ende de todos y cada uno de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

Así, Dentro de los productos correspondientes al diseño estructural de los elementos del puente y que deben ser entregados por el Consultor están:

Los planos de diseño estructural con todas las plantas, despieces, cortes y detalles de los elementos estructurales, según se indica más adelante.

Las especificaciones técnicas, información que determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución material en la obra.

Las memorias de cálculo: Las cuales deben tener el contenido indicado en este capítulo como mínimo.

Los modelos matemáticos y de computador implementados son solo herramientas para alcanzar el objetivo planteado, sin embargo en el caso de procesos constructivos especiales, el consultor deberá, por requerimiento de la interventoría, suministrar los modelos estructurales utilizados para tal fin.

3.8.3.1 Fases del proyecto

El Consultor aplicará las normas del Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes vigente. El proyecto estructural abarcará las siguientes fases:

3.8.3.1.1 Estudio de alternativas

Comprende la implantación, definición arquitectónica general, dimensionamiento estructural hasta determinación aproximada de cuantías y evaluación económica, técnica, ambiental de cada una de las alternativas propuestas.

Se debe ejecutar la selección, y aprobación de la alternativa por parte del INVIAS, la interventoría y el consultor.

3.8.3.1.2 Diseño estructural inicial para la estructura en condiciones de servicio

Involucra las siguientes actividades:

Análisis de la estructura:

El cual se lleva a cabo aplicando, las cargas actuantes durante la vida de servicio y las cargas eventuales como los movimientos sísmicos de diseño prescritos, a un modelo matemático apropiado a la estructura . El resultado es la determinación de los desplazamientos máximos y las fuerzas internas que se derivan de ellos.

Dentro de la etapa de diseño, el Consultor ha de presentar a la Interventoría el programa de cálculo que empleará, para su respectivo aval. Un programa es apenas una herramienta, y el usuario es responsable por los resultados generados. En consecuencia, todos los datos obtenidos mediante un software se deberían verificar en la medida de lo posible.

Los programas se deberían verificar contra los resultados de:

- Soluciones cerradas universalmente aceptadas.
- Otros programas previamente verificados, o
- Ensayos físicos.

Diseño de los elementos estructurales

Se llevará a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia sísmica y del material estructural utilizado. Los elementos estructurales se diseñarán de acuerdo con los requisitos del código.

Diseño de la Cimentación

Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el diseño de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural.

Edición de memorias de cálculo

En las Memorias de Cálculo se debe indicar en forma clara el registro descriptivo de los cálculos requeridos por el diseño de la estructura, lo cual soporta y fundamenta las dimensiones y refuerzos determinados. Comprende además, lo siguiente:

Descripción del proyecto.

Códigos y reglamentos tomados como base para la elaboración del proyecto.

Especificaciones de materiales a utilizar en la estructura.

Criterio para el análisis de cargas.

Análisis sísmico. (participación de la masa, cortante basal, períodos fundamentales).

Memoria de cálculo del refuerzo, indicando índice de resistencia.

Despieces de los elementos estructurales y sus componentes.

Índice del contenido de cálculos.

Planos Estructurales

Comprenden lo siguiente:

- Planos de plantas para las formaletas.
- Planos de planta estructurales.
- Planos de despiece de refuerzo para todos los elementos estructurales.
- Planos de detalles.
- Cuadro de acero de refuerzos (despieces y resumen) y concretos (volumen por tipo de concreto y resumen).

Las especificaciones y Normas Técnicas

Las Especificaciones y Normas Técnicas que se incluyen en el Proyecto Estructural, es un documento que establece las condiciones y requisitos de carácter técnico que debe cumplir la estructura tanto en materiales, formaletas, aligeramientos y todo lo relacionado con la fabricación, transporte, colocación, acabado, curado y retiro de formaletas, así como la norma para la toma de muestras, registro, análisis y estadística de los ensayos de concreto. También, contempla las normas referentes al tipo, colocación, figurado y los ensayos requeridos para el acero de refuerzo.

Montaje

Verificación de diseño bajo las condiciones propuestas de montaje. Verificación de los esfuerzos y deflexiones esperadas en cada etapa de construcción, carga, descarga, eliminación o implementación de apoyos temporales. Se deberán especificar los criterios de control (bien sea por medición directa de esfuerzos o deformaciones).

Diseño de la prueba de carga estática

El Consultor establecerá el procedimiento para que al finalizar la etapa de construcción, a todos los puentes se les efectúe una prueba de carga para recibo final de las obras, el cual deberá ser presentado en planos y especificaciones. Es procedimiento deberá especificar claramente los criterios de aceptación y rechazo. Se deberá tener en cuenta el no inducir estados de esfuerzos que produzcan figuración en los elementos. Hasta tanto no se defina una especificación final, la prueba de carga se controlara mediante criterios de recuperación de mínimo el 97% de la deformación esperada y se realizara para un nivel de carga de mínimo el 75% la carga de diseño.

3.8.4 CAPÍTULO 4. PLANOS DE DISEÑO y CONSTRUCCIÓN

3.8.4.1 Alcance de planos

El consultor presentará planos de diseño a nivel de ingeniería de detalle en los puentes metálicos de acero o aluminio, serán a cargo del constructor la elaboración de planos de taller para fabricación y estos deberán, sin excepción, ser revisados y aprobados por la interventoría.

En el caso de estructuras de concreto reforzado, postensado o pretensado, se presentaran planos de construcción, esto es conteniendo todos los despieces, dimensiones, detalles y cantidades necesarias para la construcción total del puente.

3.8.4.2 Contenido de los planos

Los planos son el principal insumo para adelantar las labores de construcción; debe haber consistencia y uniformidad entre los diferentes dibujos y planos, por lo cual los planos deben permitir la verificación de los siguientes aspectos:

- Definición y localización de la Estructura (georeferenciada) incluyendo planos con planta general y elevaciones. Los planos deben contener el resumen del estudio de suelos (perforaciones) identificando la localización de cada perforación, características y propiedades mecánicas y cuadros de cantidades de obra.

- Detalles de los elementos estructurales incorporados en la solución.

- Detalles constructivos especiales.

- Despieces detallados de cada uno de los elementos estructurales proyectados tales como vigas, cimentaciones, cabezales, pilas, riostras, en general se deberán incluir los despieces de refuerzo de elementos de concreto.

- Detalles de cada uno de los elementos estructurales existentes en el área de influencia de la nueva estructura y que se vean afectados o modificados por los elementos proyectados.

- Detalles generales de Construcción a escalas 1:100 y 1:50 incluyendo el dimensionamiento completo.

- Especificación de materiales.

- Especificación de las cargas de diseño.

- Especificaciones especiales sobre la fundación de estructuras.

3.8.4.3 Estructuración de los planos

Como mínimo se deberán estructurar los planos de diseño de la siguiente forma, sin perjuicio de que la Interventoría del proyecto exija decida incorporar complementaciones a lo indicado:

3.8.4.3.1 Planos de Estudio de Alternativas

Planos de alternativas estudiadas con una breve sinopsis de ventajas y desventajas y razones de la alternativa seleccionada

Los planos para evaluación de alternativas se presentarán a nivel de FASE II; esto es, contendrán:

Infraestructura

Plano de localización general debidamente georeferenciado con coordenadas y medidas que permitan la ubicación exacta de las unidades de infraestructura y elementos de fundación.

Planos de Geometría y diseño estructural

Estribos y Pilas: Vista en planta y alzado (frontal y lateral), cortes por el eje de la vía, por el arranque y los extremos de las aletas y muros de acompañamiento, con las dimensiones y cuadro de cantidades.

Superestructura

Se evaluará para cada caso particular de puente, el ancho de tablero y la colocación de andenes.

Se estudiará la disposición de elementos constructivos, ancho de calzada pavimentada, ancho de sardineles y andenes, alturas de placas, detalles de vigas, barandas, juntas, detalles del refuerzo.

Planos para la Alternativa Seleccionada:

Se harán los diseños a nivel de FASE III; esto es, planos a nivel de detalle para construcción; los cuales deben incluir el siguiente contenido:

- Plano de especificaciones generales de diseño incluyendo cargas, normativas utilizadas, relación de estudios anteriores tenidos en cuenta; y cuadro general de cantidades de obra y especificaciones de materiales a emplear, entre otros.

- Como requisito fundamental, se deberán definir e indicar aquí las especificaciones para accesorios tipo de baranda, juntas, apoyos, luminarias.

- Planta de la localización del proyecto georeferenciado. Indicando ejes, y localización en planta perfil de los elementos tramos de estructura y puntos de ejecución de sondeos geotécnicos, diferenciando estructuras nuevas y/o existentes, plazoletas, accesos y delimitando el proyecto.

- Plano de Planta y perfil de la solución adoptada, con dimensiones generales, de tal suerte que se pueda apreciar el contenido global de la obra: luces, clase de cimentación de infraestructura, tipo de superestructura. Deberán mostrarse las cotas y gálibos mínimos según

los requerimientos del río, materiales por emplear, características geométricas de diseño, nivel de caudal máximo esperado, En el perfil se debe incluir un perfil estratigráfico del suelo de fundación con indicación a los sondeos realizados y detallando las principales propiedades de los diferentes estratos del suelo de fundación.

- Planta de la localización de cimentación georeferenciada. indicando coordenadas y niveles de referencia de cada unidad de cimentación I Indicando tipos de apoyos de acuerdo con la nomenclatura establecida por el consultor y dimensiones generales en planta de los apoyos.

- Planos de detalle de unidades de cimentación: se deberán elaborar dibujos de dos vistas en alzado donde se presente la geometría completa de cada unidad de subestructura, incluyendo cortes transversales para las mismas vistas y cortes elaborados para identificar la disposición del refuerzo y detalles de despieces con la geometría del mismo. Se deberán incluir cuadros de despiece detallado de refuerzo, y cuadros de volúmenes de concretos, y especificaciones de los materiales en general y especificaciones de aditivos o mezclas de concreto a emplear. Se debe incluir los detalles de localización de anclajes a escala legible.

- Planos generales de cada tramo de estructura en planta y alzado, indicando ejes, longitudes, alturas, gálibos horizontales y verticales, niveles y cotas. Se deberá incluir la distribución de tramos y nomenclatura adoptada.

- Para las pilas y estribos: Se deberán indicar pendientes, radios de curvatura. Se deberán incluir los cortes transversales en los ejes de apoyo y en las secciones intermedias indicando el dimensionamiento, cotas y diseño de los elementos de cada unidad de infraestructura.

- Planos de detalles estándar: Incluye los detalles de barandas, elementos de apoyo, juntas.

- Planos de Proceso de montaje: Indicando secuencia de montaje indicando equipos utilizados. Establecer puntos de control mediante medición de deflexiones esperadas en cada etapa. Indicar la carga a izar o soportar.

- Planos de diseño de la prueba de carga: para el seguimiento a la ejecución de pruebas de carga, los cuales deberán incluir todas las tablas de control, el tipo de carga, el posicionamiento de la misma en cada una de las etapas, los equipos a emplear y lugares de instalación incluyendo las especificaciones de los equipos.

El Consultor elaborará los planos de cada una de las obras que contempla el proyecto, incluyendo los planos complementarios (detalles de construcción, cuadro resumen, esquemas de localización del proyecto, etc.), que se requieren para la licitación y construcción de las obras, presentados de acuerdo con la metodología vigente del sistema de información del INVIAS, y en medio magnético.

Los planos de construcción de planta-perfil tendrán una escala de H: 1:200, y V: 1:200, y en casos especiales, otras escalas adecuadas. Estos planos contendrán la información geotécnica suficiente para ilustrar claramente las recomendaciones en esta materia.

El Consultor hará entrega de Un (1) juego completo en papel mantequilla de 120 gramos, de los planos que corresponden al Proyecto y dos (2) copias del juego de planos. La presentación debe ser en porta planos. El tamaño de planos será de 70 cm. por 100 cm.

3.8.5 CAPITULO 5. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los planos de construcción, teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras versión 1996, adoptadas mediante Resolución No. 008068 del 19 de diciembre de 1996, emanada de la Dirección General del INVIAS. La Resolución No. 002662 del 27 de junio de 2002, emanada de la Dirección General del INVIAS, por medio de la cual se actualizan las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

El Consultor tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las cantidades de obra deben cuantificarse ítem por ítem de acuerdo con las normas anteriormente mencionadas; así mismo, se deberá presentar una memoria de cálculo de dichas cantidades.

- El Consultor elaborará especificaciones particulares para aquellos trabajos que no estén cubiertos por las especificaciones y normas generales, o cuando las características especiales de la obra requieran su modificación. Las especificaciones particulares deben incluir, además, criterios ambientales y de aceptación/rechazo/multas. Estas especificaciones deberán ser avaladas por la Interventoría.

3.8.6 CAPITULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para cada ítem de pago deberá efectuarse el análisis del precio unitario correspondiente, para lo cual se obtendrá información de los costos básicos en la zona del proyecto, tales como equipos, materiales y mano de obra,

teniendo en cuenta, además, los factores de producción y las condiciones específicas de la región, como régimen de lluvias, acceso al sitio de los trabajos, sistemas de explotación y producción de los agregados pétreos, y todos aquellos factores que puedan incidir en la determinación del precio unitario de los diversos ítems.

El análisis de los precios unitarios para cada ítem estará de acuerdo con las especificaciones, normas y planos de construcción.

3.8.7 CAPITULO 7. PRESUPUESTO

Con los precios unitarios de cada ítem y las respectivas cantidades de obra, se determinará el presupuesto a la fecha de presentación del estudio.

3.8.8 CAPITULO 8. INFORME FINAL

Consiste en una síntesis de los resultados finales del estudio y las características generales y particulares del proyecto, complementado con cuadros y esquemas, tales como: parámetros de diseño, localización del proyecto, secciones típicas, plan de utilización de fuentes de materiales, lista de cantidades de obra, precios unitarios y presupuesto total, etc., además de las conclusiones y recomendaciones para la construcción de las obras.

El informe final e informes de cada una de las áreas, se entregará original y dos (2) copias en papel carta, bond base 20 o 75 gramos color blanco, tapa dura, debidamente marcadas con el nombre del Instituto Nacional de Vías, objeto del estudio, número del contrato, contenido.

El informe final deberá contener los siguientes capítulos organizados en uno o más volúmenes fundamentales para el diseño estructural de puentes:

- Localización.
- Criterios para la implantación, (aspectos sociales, ambientales, técnicos, económicos).
- Selección de tipología estructural (Estudio de alternativas).
- Estudios preliminares.
- Memorias de cálculo estructural.
- Memorias de cálculo de las cantidades de obra.
- Informe Final.

3.8.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá compilar las conclusiones finales del estudio específico de cada una de las estructuras proyectadas, y las recomendaciones particulares en cuanto a las alternativas planteadas para su posterior escogencia y los aspectos constructivos relevantes.

3.9 VOLUMEN IX. ESTUDIO Y DISEÑO DE TÚNELES

El informe final FASE III sobre los estudios y diseños de túneles deberá considerar los siguientes componentes:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA TÚNELES

CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE VENTILACIÓN

CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE TÚNELES

CAPÍTULO 5. ESTUDIO DEL DISEÑO DEL SOSTENIMIENTO

CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE HIDROGEOLOGÍA E IMPERMEABILIZACIÓN DEL TÚNEL.

CAPÍTULO 7. ESTUDIO DE REVESTIMIENTO DEL TÚNEL

CAPÍTULO 8. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

CAPÍTULO 9. ESTUDIO DE PORTALES

CAPÍTULO 10. ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE VENTILACIÓN, ILUMINACIÓN, ENERGÍA Y BOMBEO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

CAPÍTULO 11. ESTUDIO DE RIESGOS, INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTOS DE SEGURIDAD (ELECTROMECÁNICOS)

CAPÍTULO 12. ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE CONSTRUCCIÓN

CAPÍTULO 13. ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS Y DE SERVICIOS AUXILIARES.

CAPÍTULO 14. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TÚNELES

CAPÍTULO 15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.9.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

En este capítulo el consultor presentará la localización del proyecto, características más relevantes de éste y comentará brevemente los propósitos contractuales, etapas y alcances de los estudios y diseños de túneles.

3.9.1.1 Objetivo

El consultor, a partir del conocimiento de todos los parámetros establecidos en la geometría del proyecto, geología, geotecnia, hidrogeología, y ambiental, análisis de riesgos y elementos de seguridad diseñará un túnel que permita garantizar condiciones de estabilidad, clasificación de tipos de terreno, proceso constructivo, suministro de materiales de construcción, impermeabilización, revestimiento, equipo electromecánicos y disposición de materiales sobrantes.

3.9.1.2 Alcances

Realizar los diseños definitivos del túnel, teniendo en cuenta los estudios de tránsito y el estudio de ventilación, evaluación de la tipología de acuerdo con los riesgos analizados, estudio geológico y geotécnico del sector, clasificación del terreno de acuerdo con su comportamiento, definición de los elementos de sostenimiento, impermeabilización, revestimiento de la sección principal de tránsito, obras subterráneas adicionales (cavernas, galerías, nichos, bahías, pozos, etc.), obras de drenaje y obras superficiales (portales, estructuras del sistema de ventilación, edificio de centro de control, etc.).

Así mismo realizar los diseños de los sistemas de seguridad del túnel como la ventilación, suministro de energía, iluminación, supervisión y control, comunicaciones, contra incendio, señalización y centro de control, con base en los cuales el consultor definirá las características de operación y mantenimiento del túnel.

3.9.2 CAPÍTULO 2. ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA TÚNELES

3.9.2.1 Generalidades

El estudio de tránsito para túneles, deberá considerar investigaciones y análisis adicionales a las del estudio definido para la carretera, con el objetivo principal de obtener los parámetros adicionales para el estudio de ventilación, analizar los diferentes tipos de carga particularmente transportes

especiales y materiales peligrosos y poder desarrollar el análisis de riesgos del túnel.

3.9.2.2 Objetivo y alcances

3.9.2.2.1 Objetivo

El estudio de tránsito para el diseño en Fase III del túnel, consiste en la revisión, actualización y complementación de los estudios existentes, el cual deberá efectuarse con una metodología adecuada con el objeto de obtener los datos de tránsito que permitan evaluar y definir la tipología del túnel, analizar los riesgos derivados del tipo y características de los vehículos y su carga que transitarán a través del túnel, y obtener los parámetros necesarios para el estudio del sistema de ventilación. Adicionalmente, el objetivo es obtener los parámetros para el diseño geométrico de la sección transversal, así como en planta y perfil, además de servir de base al diseño del pavimento, y junto con los estudios de capacidad y niveles de servicio y su adaptación a la demanda en el año o años establecidos como horizonte del proyecto, cuantificar los costos de operación y mantenimiento de los túneles y facilitar la programación de la ejecución de las obras.

3.9.2.2.2 Alcances

Obtener mediante estaciones de conteo y encuestas, la información adicional de campo, que junto con la información existente del INVIAS, permita establecer valores actualizados en las proyecciones y características de tránsito.

3.9.2.3 Características del estudio de tránsito aplicable a túneles

Con base a la información obtenida de estudios preliminares y conteos realizados por INVIAS, el Consultor complementará los estudios con trabajos de campo a fin de cuantificar el tránsito en sus flujos más importantes a través de encuestas de Origen y Destino, toma de muestras de campo para determinar la distribución direccional del tránsito y su distribución por tipo de vehículo en especial para los de carga. Asimismo, deberán efectuarse conteos continuos durante siete (7) días consecutivos, en una semana representativa, escogida de común acuerdo con el Interventor y el Supervisor del contrato.

Considerando el sistema de transporte en la zona de estudio, así como los diferentes modos y sus usos, estadísticas, tarifas, costos de transporte por carretera y costos comparativos del mismo de pasajeros y carga, estudios de transporte nacionales y regionales efectuados durante los últimos años, y otros, se evaluarán los modelos adoptados y se complementará la información recolectada, si se considera necesario, con el fin de cuantificar el

tránsito discriminado en sus flujos más importantes (productos, pasajeros, tipos de vehículos), optimizando los criterios adoptados para determinar la evolución futura del tráfico o tránsito y del parque automotor, la cuantificación del orden de magnitud y evolución por tipo de vehículo; la cuantificación por separado de los tránsitos actual, normal, atraído y generado; el tráfico regional y de larga distancia; y la distribución de cargas por eje en vehículos pesados para obtener el factor camión.

A la selección y adopción de modelos de tránsito se llegará después de evaluar taxativamente cada situación planteada en particular. De todas maneras, aunque específicamente no se recomienda ninguno en particular, en la cuantificación del tráfico y sus proyecciones deben usarse varios modelos, desde sencillos hasta elaborados, según la mejor conveniencia para el proyecto. De utilizarse las series históricas de conteos del INVIAS, deberá verificarse su confiabilidad, efectuarse el análisis estadístico completo, y complementar con estudios de origen y destino.

Podrán utilizarse programas de computadora, de común acuerdo con la Interventoría, en cuyo caso, el Consultor entregará al INVIAS, el listado con las especificaciones del lenguaje utilizado y los resultados debidamente interpretados.

El informe final sobre el estudio de tránsito deberá contener lo siguiente:

- Metodología usada para el estudio.
- Conteos históricos de tráfico por tipo de vehículo.
- Origen y destino del tráfico para el sector en estudio.
- Fórmulas o modelos empleados para el cálculo del crecimiento normal del tráfico, por tipo de vehículo, durante la vida económica del sector.
- Proyecciones de tráfico por tipo de vehículo durante la vida económica del sector.
- Metodologías, criterios o modelos empleados para el cálculo del tráfico generado y/o desviado.
- Estimativo del tránsito generado y/o desviado en el primer año de operación, y proyecciones durante la vida económica del proyecto.
- Costos de operación de vehículos en el sector, "sin" y "con proyecto".
- Estimativo de ejes equivalentes de 8.2 toneladas para el diseño del pavimento.

3.9.2.4 Resultados básicos para el estudio de ventilación

Adicionalmente con el fin de tener los parámetros necesarios para el análisis de riesgos del túnel y para el estudio de ventilación, se requiere que en el informe final se presente el análisis de:

- Distribución horaria promedio.
- Estimación del tráfico promedio en hora pico.
- Tipo de vehículo y de combustible.
- Año y país de origen de vehículos pesados.
- Peso y tipo de carga de los vehículos pesados.
- Encuesta de norma de emisiones aplicable al tipo de motor del vehículo.
- Medición de emisiones de gases en los vehículos que transitan por la vía en estudio.

3.9.2.5 Análisis de capacidad y niveles de servicio

Con base en los resultados del análisis de tránsito, principalmente, en las especificaciones de diseño geométrico del túnel y otros, se procederá a efectuar un análisis de la capacidad del túnel proyectado, tanto para el momento que se considere entrará en servicio, como para el año que se estime como final de la vida útil del proyecto. Asimismo, se analizará la calidad del servicio que ofrecerá el túnel, durante su operación y funcionamiento, teniendo los elementos fundamentales para evaluar el nivel de servicio en condiciones de flujo continuo, como son la velocidad y la relación entre el Volumen de Demanda (o Intensidad de Demanda) y la Capacidad (V/C o I/C).

Se considerarán los diferentes factores que afecten o influyan en la capacidad y servicio del túnel (direccionalidad y características de los vehículos, de operación, de la sección de la calzada, etc.) o en la circulación (sección transversal del túnel, velocidad, iluminación, restricciones de adelantamiento, visibilidad, etc.). Se investigarán específicamente los máximos volúmenes observados, la distribución direccional, la composición del tráfico y las fluctuaciones del tránsito en el tiempo. El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan verificar las características de la tipología (un túnel bidireccional o dos túneles unidireccionales) geometría óptima del túnel, en tal forma que se pueda ofrecer un volumen de servicio correspondiente al nivel de servicio establecido.

Para el análisis de Capacidad y Niveles de servicio de los túneles se tendrán en cuenta las recomendaciones de la PIARC: Cross Section Design for Bi Directional Road Túnnels (2004 o posterior) y Cross Section Design for Uni Directioinal Road Tunnels (2004 o posterior).

3.9.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE VENTILACIÓN

3.9.3.1 Generalidades

El estudio de ventilación para túneles, deberá considerar las características geométricas y tipología de éstos, las condiciones definidas por el estudio de tránsito, las condiciones climáticas de la zona, las especificidades de operación y en especial las recomendaciones internacionales para este tipo de estudios. Se considera primordial considerar las recomendaciones de la PIARC (Asociación Mundial de Carreteras) emitidas en diferentes años y la norma NFPA 502.

3.9.3.2 Definición de sistema de ventilación

El Consultor deberá realizar inicialmente la definición de las necesidades de un sistema de ventilación mecánica o determinar si es suficiente con la ventilación natural. En el primer caso, de acuerdo con la tipología y geometría de los túneles se definirá si el sistema de ventilación mecánica será longitudinal, semi-transversal, transversal o una combinación de los anteriores.

El sistema escogido deberá ser capaz de mantener una atmosfera libre de humos y contaminantes emitidos por los vehículos durante la operación normal (ventilación sanitaria) y realizar un control adecuado en el evento de un incendio (ventilación de emergencia). Se determinará la necesidad o no de elementos principales para la operación del sistema de ventilación: sensores y medidores, nichos, galerías, pozos, cavernas, edificios de ventiladores, etc.

3.9.3.3 Ventilación sanitaria

3.9.3.4 Ventilación en evento de incendio (emergencia)

3.9.3.5 Conclusiones y recomendaciones

3.9.4 CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE TÚNELES

El informe final obtenido de los estudios de geología para ingeniería y geotecnia, deberá constar de los siguientes elementos:

3.9.4.1 Generalidades

En este proyecto el consultor presentará la localización del proyecto y comentará brevemente los propósitos contractuales, etapas y alcances de los estudios geológicos y geotécnicos.

3.9.4.2 Objetivo y alcance

3.9.4.2.1 Objetivo

El consultor presentará el resultado de los estudios que permitan la definición de las características del terreno y determinará mediante una evaluación y análisis detallados a escala de diseño, los tópicos de estabilidad y seguridad, clasificación de tipos de terreno para pago, suministro de materiales de construcción y disposición de materiales sobrantes.

3.9.4.2.2 Alcances

Con el fin de determinar los tópicos de estabilidad y seguridad, clasificación de tipos de terreno para pago y suministro de materiales de construcción y disposición de materiales sobrantes, así como todo lo relacionado con el impacto ambiental, se definirá:

3.9.4.3 Prospecciones geológicas

- Determinación del medio rocoso (tipos de rocas y unidades geológicas).
- Los grados de meteorización física y química de las rocas.
- La definición de la estructura del macizo rocoso, teniendo en cuenta las fallas, plegamientos, diaclasas, etc.
- Análisis del flujo de agua en el macizo rocoso, con el fin de determinar la interacción del agua con el macizo, teniendo en cuenta: el grado de fisuración de la roca, las presiones hidráulicas que se ejercen sobre los revestimientos impermeables, la alteración de las propiedades resistentes y plásticas del macizo y las reacciones físicas y químicas que los suelos o rocas pueden presentar al contacto con el agua, entre otros.

- Análisis de la estabilidad de los portales (desprendimientos, deslizamiento de planos, deslizamientos rotacionales, cuñas de roca, vuelco de estratos, etc.) y la cuantificación de las obras requeridas para la estabilidad de los mismos, tales como: drenaje y anclajes.

3.9.4.4 Investigaciones geotécnicas y geofísicas

3.9.4.5 Ensayos de laboratorio e insitu

3.9.4.6 Caracterización geotécnica

Con base en el estudio de referencia y en los ensayos realizados dentro de la etapa de exploración, el consultor procederá a la caracterización geotécnica de los materiales involucrados en la obra, para lo cual deberá incluir las siguientes etapas, como mínimo:

- Determinación de los parámetros mecánicos de los litotipos.
- Clasificación geomecánica del terreno.
- Determinación de los parámetros mecánicos del macizo rocoso, en función del estado tensional.
- Determinación de los parámetros mecánicos de las discontinuidades.
- Estado tensional natural.

3.9.4.7 Descripción de la metodología

El consultor describirá brevemente la metodología utilizada en los estudios, la cual deberá ser coherente con los estudios geotécnicos realizados en la etapa de exploración.

Así mismo determinará la metodología empleada para la clasificación del macizo rocoso.

3.9.4.8 Estudio de antecedentes

Este capítulo comprenderá el análisis y condensación de toda la información que el Consultor considere necesaria en relación con el proyecto y cubrirá entre otros los siguientes tópicos:

Geología y suelos, vegetación, clima y uso de la tierra, geología para ingeniería, geotecnia, riesgo sísmico y volcánico.

El consultor clasificará toda esta información según su procedencia y entregará un resumen detallado de todos los antecedentes relacionados directa e indirectamente con el proyecto.

3.9.4.9 Estudios de campo

Los estudios relacionados en este capítulo se presentarán de acuerdo a los tópicos señalados, con reconocimiento geológico de superficie, exploración del subsuelo, ensayos y determinación "in situ", realizados durante la etapa de exploración.

3.9.4.10 Conclusiones y recomendaciones

El consultor presentará en este capítulo, en forma clara y concisa los diseños geotécnicos así como las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los tópicos tratados en los capítulos precedentes, consignados en los informes y documentos que se deben anexar.

Como conclusión realizará un perfil de la excavación que incluirá, entre otros, los siguientes aspectos:

- Perfil estratigráfico.
- Datos geométricos de la excavación, propiedades mecánicas del macizo rocoso, a nivel de la rasante de excavación.
- Posición del nivel freático.
- Método de excavación.
- Secciones constructivas tipo.

3.9.5 CAPÍTULO 5.ESTUDIO DEL DISEÑO DEL SOSTENIMIENTO

El Informe final FASE III sobre los estudios para el sostenimiento del túnel principal, las galerías y los pozos de ventilación debe contener los capítulos enumerados a continuación, con los siguientes alcances:

3.9.5.1 Generalidades

3.9.5.2 Objetivo

Se indicará el fin que persigue el estudio, el cual no es más que determinar los elementos necesarios para estabilizar la excavación en cada uno de los tipos de terreno establecidos por el consultor.

3.9.5.3 Distribución de las tensiones

El consultor realizará un análisis del estado tensional que presentará el terreno con la excavación del túnel principal, analizando si el comportamiento del terreno es elástico o elasto-plástico y en el evento de este último, si el tipo de rotura es frágil, dúctil o intermedia.

3.9.5.4 Cálculo de desplazamientos del terreno

Consiste en el estudio y determinación de los posibles desplazamientos del terreno, teniendo en cuenta los aspectos reales del macizo rocoso, tales como:

- Las discontinuidades del terreno.
- La heterogeneidad de los materiales que conforman el macizo rocoso.
- El efecto de la variación del confinamiento.
- El comportamiento del terreno (el cual puede ser o no elástico-lineal).
- La variación del volumen en la post-rotura.

3.9.5.5 Diseño del sostenimiento

Con base en los cálculos de la distribución de tensiones y de los desplazamientos del terreno, así como la caracterización geotécnica del terreno y las secciones transversales, el consultor determinará el tipo y cantidad de sostenimiento de cada tipo de terreno (secciones tipo); para esto deberá tener en cuenta por lo menos:

- Las clasificaciones geomecánicas empíricas (Barton o Bieniawski), como una primera etapa de aproximación.
- Curva característica de excavación mediante cálculos numéricos avanzados y la utilización de programas de elementos finitos.
- Curva característica del sostenimiento.
- Cálculo del factor de seguridad.
- Efecto del frente de excavación.

El consultor deberá tener en cuenta, para la determinación del sostenimiento y las secciones tipo, las diferentes soluciones que pueda obtener, por tanto

deberá utilizar programas de computador que le permitan realizar varias iteraciones de trabajo y obtener la solución confiable y económica a la vez.

3.9.5.6 Cálculo de las secciones tipo

Para esto el consultor deberá utilizar cualquier programa de cálculo numérico avanzado que pueda resolver un modelo de elementos finitos; este programa debe tener la posibilidad de trabajar con varios modelos constitutivos, de tal manera que permita simular, con la mayor exactitud posible el comportamiento real del terreno. Así mismo, el programa debe disponer de elementos estructurales necesarios para simular en forma correcta los elementos más usuales del sostenimiento.

3.9.5.7 Conclusiones y recomendaciones

Además de concluir acerca de los criterios establecidos y los resultados obtenidos, se darán recomendaciones del proceso constructivo del sostenimiento y se presentará una cuantificación de las convergencias estimadas, para su posterior comparación con las medidas en obra.

3.9.5.8 Anexos

Esquema de secciones típicas de sostenimiento

Memorias de cálculo de distribución de tensiones, desplazamientos.

Memorias de cálculo, diseño y cantidades del sostenimiento (concreto neumático, pernos etc.).

Resultados de análisis de sostenimiento, corridas del programa

Planos geológicos que contengan los tipos de terrenos y las secciones tipo.

3.9.6 CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE HIDROGEOLOGÍA E IMPERMEABILIZACIÓN DEL TÚNEL

El informe final sobre el estudio de hidrología e impermeabilización del túnel, deberá tener los siguientes componentes:

3.9.6.1 Objetivos

Determinación del origen, volumen y puntos de afluencia de las aguas de infiltración, sobre la superficie del túnel a fin de diseñar la impermeabilización de éste y garantizar de esta manera las condiciones de seguridad y comodidad del usuario y la vida útil del proyecto.

3.9.6.2 HIDROGEOLOGÍA

Consiste en la determinación, con base en las características geológicas del área del proyecto, la climatología y la morfología del mismo, de la procedencia de las aguas subterráneas, los mecanismos de almacenamiento de la misma dentro del macizo rocoso, el movimiento del agua dentro del subsuelo, los tipos de acuíferos, la litología de los acuíferos, los parámetros hidrogeológicos más relevantes (tales como: porosidad, conductividad hidráulica, gradiente hidráulico, transmisividad).

3.9.6.3 Volumen de agua infiltrada

Con base en los factores que afectan la infiltración del agua dentro del macizo rocoso, como puede ser: los que definen las características del terreno (condiciones de superficie, características del terreno y condiciones ambientales) y los que definen las características del fluido (espesor de la lámina de agua, intensidad de la lluvia, turbidez del agua, contenido de sales, temperatura, etc.) se deberá determinar por los métodos establecidos la capacidad de infiltración del macizo rocoso.

3.9.6.4 Estimación de los caudales de agua infiltrada en el túnel

Con base en todos los trabajos de campo, laboratorio y gabinete realizados en la etapa de interventoría, el consultor deberá calcular los caudales de agua infiltrada dentro del túnel, por los métodos conocidos.

3.9.6.5 Diseño de obras de drenaje e impermeabilización

Como parte final del volumen, el consultor diseñará las obras de captación, conducción desagüe, tratamiento y demás necesarias para captar, conducir y entregar el agua finalmente al vertedero establecido, en las condiciones establecidas en la licencia ambiental.

Por otra parte, establecerá las instalaciones sanitarias requeridas para el tratamiento del agua de infiltración durante el periodo de construcción, a fin que ésta sea liberada de todos los contaminantes y/o residuos producto de la obra.

Finalmente, diseñará los sistemas que provean al túnel de una adecuada impermeabilización, para lo cual y de acuerdo con su concepto diseñará la o las fases de la impermeabilización (primaria, intermedia, principal o posterior). Indicará las características técnicas y de resistencia de los materiales empleados, sus cantidades y costos.

3.9.7 CAPÍTULO 7. ESTUDIO DE REVESTIMIENTO DEL TÚNEL

El Informe Final de los Estudios de revestimiento del túnel debe contener los siguientes capítulos, con los siguientes alcances:

3.9.7.1 Generalidades

El consultor realizará una explicación de la importancia del revestimiento, los modelos a ser estudiados para el cálculo estructural de las dovelas y los materiales del concreto.

3.9.7.2 Dimensionamiento del revestimiento

Abarcará los cálculos estructurales y de materiales para el diseño del revestimiento, las dimensiones de la dovela y de igual manera, la determinación del tipo de formaleta a emplear.

3.9.7.3 Anexos

- Memorias de cálculo.
- Cantidades de obra.
- Planos escala 1:100 y 1:50 con el despiece respectivo de la estructura.

3.9.8 CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

El Informe final sobre los estudios de pozos de ventilación, chimeneas y galerías tendrá los siguientes alcances y estará constituido por los siguientes capítulos:

3.9.8.1 Generalidades

Objetivo: Se indicará el fin que persigue el estudio.

Localización: Consiste en definir la ubicación geográfica del proyecto de la cual se deberá adjuntar un esquema.

Recopilación de la información: La información preliminar que debe recopilarse hace referencia a: Topografía, Geología, y Geotecnia tanto del estudio de referencia como la obtenida en los ensayos y análisis realizados en la etapa de interventoría.

3.9.8.2 Trabajos de campo

Incluye todo lo relacionado con el tipo de perforaciones manuales y mecánicas, realizadas en la etapa de interventoría.

En el informe del estudio de pozos, chimeneas y galerías deben anexarse todos los registros de perforación debidamente referenciados en cuanto a cotas y abscisas del proyecto.

3.9.8.3 Análisis geotécnico

Estará basado en el estudio de referencia y, los ensayos realizados en la etapa de interventoría.

3.9.8.4 Conclusiones y recomendaciones

Se presentará en forma sucinta, la caracterización geotécnica del eje de perforación de los pozos así como el de las galerías de conexión y de ventilación.

Contendrá el ajuste definitivo de las obras con base en las perforaciones, toma de muestras, ensayos in situ y de laboratorio y el análisis de todo lo anterior, realizado por el consultor en la etapa de interventoría de este contrato, y toda la información adicional que considere pertinente el consultor.

Se deberá concluir acerca de los criterios establecidos. Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

3.9.8.5 Anexos

Planos escala 1:1000 de los pozos, chimeneas y galerías

Memorias de cálculo del ajuste a los diseños.

3.9.9 CAPÍTULO 9. ESTUDIO DE PORTALES

3.9.9.1 Generalidades

3.9.9.2 Definición de la geometría

3.9.9.3 Estudio de estabilidad y estabilización

3.9.9.4 Recomendaciones

3.9.10 CAPÍTULO 10. ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE VENTILACIÓN, ILUMINACIÓN, ENERGÍA Y BOMBEO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

El Informe Final de los Estudios de requerimientos de ventilación, iluminación, energía y bombeo durante la construcción del túnel debe contener los siguientes capítulos, con los siguientes alcances:

3.9.10.1 Ventilación

El consultor realizará la estimación de producción de gases contaminantes y polvo generados por la operación de la maquinaria de construcción, la quema de explosivos en el frente y la presencia de gases del macizo rocoso, con el fin de establecer el tipo y requerimientos de la ventilación en el frente y a lo largo del túnel.

Realizará los cálculos de volúmenes de polvo, partículas y gases a remover, y los necesarios para determinar la pérdida de eficiencia del sistema de ventilación y el número de ventiladores con su respectiva potencia.

Por último indicará la cantidad y ubicación de los ventiladores.

3.9.10.2 Energía e Iluminación

El consultor estudiará, analizará y definirá los requerimientos de potencial eléctrico necesario para abastecer el sistema de ventilación, iluminación y demás elementos eléctricos del túnel; así como, los requerimientos de los campamentos de obra e interventoría durante la etapa de construcción.

El consultor deberá estudiar las diferentes fuentes de abastecimiento de energía que satisfagan las necesidades del proyecto.

Presentará las memorias de cálculo eléctrico respectivo y los diagramas de todas las instalaciones eléctricas proyectadas o los puntos de conexión previstos.

3.9.10.3 Bombeo

Aun cuando el túnel piloto servirá para drenar el túnel principal, el consultor deberá estudiar y diseñar el sistema de bombeo que deberá existir entre el frente de la obra y la galería de interconexión más cercana al túnel piloto.

3.9.10.4 Conclusiones y recomendaciones

El Consultor consignará todos los aspectos que considere necesarios para la adecuada instalación, funcionamiento, mantenimiento y operación de todos los sistemas descritos en el presente volumen.

3.9.10.5 Anexos

- Memorias de cálculo.
- Planos de despiece escala 1:50.
- Plano de localización general escala 1:1000.

3.9.11 CAPÍTULO 11. ESTUDIO DE RIESGOS, INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS Y EQUIPAMIENTOS DE SEGURIDAD

El Informe Final de los Estudios de instalaciones electromecánicas y de servicios auxiliares debe contener los siguientes capítulos, con los siguientes alcances mínimos:

Así mismo, se tendrán en cuenta todas las recomendaciones que sobre estos aspectos haya realizado los organismos extranjeros tales como la PIAR.

3.9.11.1 Generalidades

3.9.11.2 Estudio de riesgos

3.9.11.3 Ventilación

Teniendo en cuenta factores como: la contaminación o polvo generado por el tráfico proyectado en el estudio de referencia y la actualización de esta proyección, la composición vehicular, la velocidad de operación, las longitud del túnel, entre otros, el consultor realizará el diseño del sistema de ventilación del Túnel definiendo el tipo de ventilación, los requerimientos de equipo y de energía necesarios para estos.

El tipo de ventilación proyectada deberá ser tenida en cuenta para el dimensionamiento de la sección transversal del túnel de acuerdo con la alternativa seleccionada.

3.9.11.4 Sistema de fuerza e iluminación

El consultor estudiará y definirá los requerimientos de tensiones y potencias requeridas para la operación de todos los sistemas electromecánicos y auxiliares del túnel, estableciendo los sitios de acometida, la cantidad, requerimientos de tensiones, y todo los aspectos adicionales que considere necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de todos los equipos eléctricos y electrónicos (en una forma armónica, evitando fluctuaciones de voltaje o potencial)

Frente a la iluminación, el consultor diseñara las diferentes zonas de iluminación, como son:

- Iluminación de umbral.
- Iluminación de transición.
- Iluminación central.
- Iluminación de emergencia

3.9.11.5 Sistema de supervisión y control

El consultor estudiará y definirá los requerimientos técnicos para los equipos de control y supervisión necesarios para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios, entre estos sistemas se pueden enunciar:

- Señalización de tráfico (Semáforos, velocidades variables).
- Circuito cerrado de televisión (Cámaras de video).
- Nichos de auxilio (teléfonos, alarmas, S.O.S.).
- Bucles para medición de velocidad de operación.
- Control de gálibo, detección de incendios.
- Automatización de la ventilación.
- Automatización de la iluminación.

- Suministro de energía.
- Altavoces.
- Despliegue de mensajes.
- Radio.
- Software y consolas para el centro de control.

3.9.11.6 Sistema contra incendio

De conformidad con lo establecido en la norma NFPA, o la vigente en el momento, el consultor diseñará las necesidades del sistema de protección contra incendio, el cual contendrá, entre otros: el suministro de agua, tanques, bombas, tubería de conducción, hidrantes, nichos contra incendios (extintor, hacha, botón de emergencia), y todos los demás que el consultor considere necesarios para garantizar la seguridad de los usuarios.

3.9.11.7 Sistema electromecánico

Corresponde al suministro de energía de alta y media tensión y las sub-estaciones requeridas para el manejo de la misma también comprende el diseño de los requerimientos de las plantas de energía que garanticen la operación del túnel en un evento de corte de fluido eléctrico principal. El consultor entregará dichos diseños.

3.9.12 CAPÍTULO 12. ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE CONSTRUCCIÓN

3.9.12.1 Generalidades

3.9.12.2 Excavaciones superficiales

3.9.12.3 Excavaciones subterráneas

3.9.12.4 Concreto lanzado

3.9.12.5 Pernos

3.9.12.6 Arcos metálicos

3.9.12.7 Impermeabilización

3.9.12.8 Concreto de revestimiento

3.9.12.9 Sistema de drenaje

3.9.12.10 Acabados

3.9.12.11 Instrumentación y monitoreo

3.9.12.12 Recomendaciones

3.9.13 CAPÍTULO 13. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TÚNELES

3.9.13.1 Generalidades

3.9.13.2 Manual de operación y mantenimiento

3.9.13.3 Personal de mantenimiento

3.9.13.4 Mantenimiento preventivo

3.9.13.5 Mantenimiento correctivo

3.9.13.6 Protocolos de operación

3.9.13.7 Conclusiones

3.9.14 CAPÍTULO 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El consultor incluirá en este capítulo las conclusiones y recomendaciones generales para la fase constructiva generados a partir de los resultados de las actividades según los diferentes capítulos que componen el Estudio de Túneles.

3.9.14.1 Generalidades

3.9.14.2 Seguimiento durante construcción

3.9.14.3 Diseño estructural activo (dea)

3.9.14.4 Conclusiones

3.9.14.5 Recomendaciones

3.10 VOLUMEN X. ESTUDIO DE URBANISMO Y PAISAJISMO

El informe final del estudio de Urbanismo y Paisajismo – Nivel Fase III -deberá considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2. INFORMACIÓN BÁSICA

CAPITULO 3. ANÁLISIS POR GENERAR

CAPITULO 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

CAPITULO 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.10.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.10.1.1 Objetivo

El Estudio de Urbanismo y Paisajismo pretende garantizar una interacción funcional entre la vía y el área de influencia para lo cual el consultor deberá desarrollar los siguientes alcances.

3.10.1.2 Alcances

- Establecer las características de la interacción, en la dimensión espacial, entre la vía y las áreas de influencia del proyecto en las cuales se presentan asentamientos humanos, edificaciones, e instalaciones con diferentes usos y en diferentes grados de densidad.

- Establecer el potencial de interacción funcional entre la infraestructura vial objeto de diseño y los usos identificados, en cuanto a flujos de tránsito vehicular, peatonal, en bicicleta, particularmente en zonas urbanas o zonas rurales con alta densidad de población o actividades socioeconómicas.

- Identificar los posibles puntos de conflicto entre la infraestructura vial objeto de diseño y los usos identificados para cada uno de los flujos de tránsito.

- Generar y evaluar las alternativas de diseño para lograr una interacción altamente funcional entre la vía y el territorio de influencia, en particular en los puntos o zonas críticos por su alto nivel de conflicto.

- Establecer criterios para el diseño paisajístico, con base en las características de las unidades de paisaje regional determinadas en el Estudio de Impacto Ambiental - EIA.

- Generar y evaluar las alternativas de criterios de diseño paisajístico para los diferentes componentes de la vía y en las diferentes unidades paisajísticas, incluyendo puentes y otras estructuras, taludes, áreas del derecho de vía. Definir los criterios paisajísticos por aplicar.

- Definir y delimitar el conjunto de sitios en los cuales se requiere la elaboración de diseño paisajístico específico.

- Desarrollar los diseños y especificaciones paisajísticos, incluyendo tanto los diseños tipo para los diferentes componentes de la infraestructura como los diseños específicos para los sitios que por su complejidad lo requieran.

- Incorporar las soluciones así desarrolladas en el diseño geométrico de la vía y en general en todos los aspectos pertinentes correspondientes a esta fase.

3.10.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN BÁSICA

El estudio de urbanismo y paisajismo incluirá, como mínimo, los elementos de información que se listan a continuación.

3.10.2.1 Información secundaria

La información secundaria utilizada deberá tener los niveles de detalle, calidad y actualización necesaria para el objetivo del estudio. Deberá recopilarse y analizarse información secundaria sobre los siguientes aspectos:

- Ordenamiento Territorial: usos y densidades de la zona de influencia de la infraestructura vial por diseñar y cuyas fuentes son:
  - Planes de Ordenamiento Territorial municipales.
  - Directrices Departamentales para Ordenamiento Territorial.
- Información planimétrica de la zona de influencia.
  - Planos IGAC
  - Planos DANE
- Información fotográfica de la zona de influencia.
  - Aerofotografías y fotos satelitales.
- Información ambiental y paisajística.

3.10.2.2 Información primaria

Se obtendrá mediante trabajo de campo la información primaria sobre los aspectos que aparecen a continuación. En los casos así señalados, la obtención de información para este estudio se hará de manera coordinada y con base en los procesos de generación de información de los otros estudios de esta fase 3 que se ocupan de los temas específicos, como son los estudios de tráfico, predial, ambiental.

- Información fotográfica de la zona de influencia.
- Secuencia fotográfica a lo largo del corredor de la vía, como mínimo para los tramos identificados como críticos.

- Usos y características físicas de construcciones en la zona directa de influencia de la infraestructura vial por diseñar, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Con base en el Estudio Predial.

- Fichas prediales del proyecto.

- Información fotográfica

- Aforos de tránsito local en sentidos paralelo y transversal a la vía en zonas urbanas y rurales de alta densidad, como mínimo para los tramos identificados como críticos, con base en el Estudio de Tránsito.

  - Vehículos automotores de carga y pasajeros
  - Motocicletas
  - Bicicletas
  - Peatones

- Encuestas Origen-Destino de desplazamientos locales en zonas urbanas y rurales de alta densidad, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Con base en el Estudio de Tránsito.

  - Vehículos automotores de carga y pasajeros
  - Motocicletas
  - Bicicletas
  - Peatones

- Caracterización de los medios abiótico y biótico del área de influencia directa del proyecto, en particular de la flora. Con base en el Estudio de Impacto Ambiental – EIA.

3.10.3 CAPÍTULO 3. ANÁLISIS POR GENERAR

- Análisis de la dimensión espacial de las áreas de influencia de la infraestructura vial objeto de diseño, partiendo del Estudio de Impacto Ambiental -EIA.

  - Área de Influencia Directa
  - Área de Influencia Indirecta

- Planos de análisis de interacción funcional entre infraestructura vial y territorio de influencia, para zonas:

  - Urbanas
  - Suburbanas
  - Rurales de alta densidad o complejidad funcional

- Determinación y caracterización de tramos y puntos críticos, en zonas urbanas, suburbanas y rurales. La determinación de los tramos y puntos críticos tendrá en cuenta factores como: trayectos en zonas urbanas; trayectos en zonas suburbanas y rurales con densidades significativas; accidentalidad y seguridad vial; presencia de altos volúmenes de tráfico peatonal y de ciclistas.

- Cuadros y planos de análisis de volúmenes de tránsito local en sentidos paralelo y transversal a la vía, para los diferentes modos, en los tramos y puntos críticos:

  - Vehículos automotores de carga y pasajeros
  - Motocicletas
  - Bicicletas
  - Peatones

- Matrices y planos de análisis de Origen-Destino para desplazamientos locales, en los tramos y puntos críticos.

- Localización detallada y caracterización de las unidades de cobertura general y de uso del suelo, así como de las unidades florísticas, para el Área de Influencia Directa, con base en el Estudio de Impacto Ambiental-EIA y con el nivel de detalle necesario para elaborar los diseños paisajísticos, tal y como se especifica más adelante.

3.10.4 CAPÍTULO 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

Se definirán los objetivos y alternativas de tratamiento para alcanzar esos objetivos, dentro de las restricciones de los recursos estimados para el proyecto. Esta actividad del estudio podrá basarse en metodologías comúnmente aceptadas para la planificación de proyectos, como el análisis de marco lógico.

3.10.4.1 Objetivos

Se formularán de manera explícita los objetivos generales y específicos para los diferentes aspectos de la interacción entre vía y territorio, incluyendo aspectos funcionales, de ordenamiento territorial y paisajístico.

3.10.4.2 Identificación de alternativas de tratamiento

Se identificarán y caracterizarán alternativas de criterios de tratamiento para la obtención de los objetivos formulados. Cada alternativa identificada consistirá en una combinación específica de estándares de servicio y de soluciones técnicas para alcanzar esos estándares, con su correspondiente

estimación del nivel de costos que involucra para el proyecto. Las alternativas podrán incluir un esquema de temporalidad en la implementación de las soluciones.

Las alternativas de tratamiento se referirán a aspectos como los siguientes:

3.10.4.2.1 Aspectos Funcionales y de Ordenamiento Territorial

- Tratamiento del tránsito local paralelo a la vía.
- Tratamiento del tránsito local transversal a la vía.
- Manejo del tránsito peatonal y vehicular no motorizado paralelo y transversal a la vía.
- Manejo de intersecciones con vías locales.
- Manejo de accesos a predios con diferentes categorías de uso y de complejidad funcional, carriles de aceleración / desaceleración.
- Tratamiento del espacio público generado por la vía, incluyendo tanto el derecho de vía como las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión definidas por la Ley 1228 de 2008.
- Amoblamiento del espacio público generado por la vía

3.10.4.2.2 Aspectos paisajísticos

Se generarán las alternativas de diseño paisajístico para los diferentes componentes de la vía y en las diferentes unidades paisajísticas. Se partirá de los criterios y programas definidos en el Plan de Manejo Ambiental, específicamente en cuanto al manejo morfológico y paisajístico. Se tendrán en cuenta las determinantes provenientes de los demás estudios de esta fase, en particular del Estudio de Estabilidad y Estabilización de Taludes.

3.10.4.3 Evaluación de alternativas de tratamiento

Se evaluarán las alternativas con respecto a su contribución al logro de los objetivos propuestos, dentro de restricciones de recursos. La evaluación de las alternativas identificadas para los diferentes aspectos (funcionales, de ordenamiento territorial, paisajísticos) involucrará consideraciones técnicas, ambientales, legales, financieras y las demás que se consideren pertinentes.

Se elaborarán matrices de evaluación de las alternativas identificadas, de tal manera que sean transparentes los criterios utilizados en la valoración.

Las alternativas generadas y evaluadas deberán seguir las disposiciones normativas vigentes aplicables. Además de la normatividad ambiental, de la incorporada en la Ley 388 de 1997, de la contenida en los Planes de Ordenamiento Territorial y sus instrumentos, aplican, entre otras, las siguientes normas o las que las modifiquen, adicionen o sustituyan vigentes a la fecha de elaboración de los contratos:

- Ley 1228 de 2008 (Julio 16) "Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones".

- Decreto 3600 de 2007 (septiembre 20) "Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones".

- Decreto 4066 de 2008 (octubre 24) "Por el cual se modifican los artículos 1°, 9°, 10, 11, 14, 17,18 y 19 del Decreto 3600 de 2007 y se dictan otras disposiciones".

- Decreto 2976 de 2010 (Agosto 6) "Por el cual se reglamenta el parágrafo 3° del artículo 1° de la Ley 1228 de 2008, y se dic tan otras disposiciones".

Esta actividad concluirá con la selección de los criterios de tratamiento para cada aspecto considerado.

3.10.5 CAPÍTULO 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR

Se diferenciará claramente entre las siguientes situaciones:

- Componentes urbanísticos y paisajísticos que se ejecutarán como parte del proyecto de infraestructura vial.

- Componentes urbanísticos y paisajísticos cuyos lineamientos de planeación se propondrán para su implementación por otros actores públicos y privados.

Los componentes urbanísticos y paisajísticos que se ejecutarán como parte del proyecto de infraestructura se diseñarán con el nivel de detalle y con la definición de especificaciones requerida para los procesos licitatorios de construcción.

Con base en los criterios de tratamiento definidos para cada aspecto, se especificarán las soluciones para las zonas urbanas a lo largo de la vía, para las zonas suburbanas, así como para las zonas rurales identificadas como de alta densidad y complejidad.

En aquellos aspectos que impliquen diseños geométricos, estos serán elaborados y presentados como parte del estudio de diseño geométrico, con base en los criterios determinados en este volumen urbanístico y paisajístico.

Las soluciones por implementar incluirán las especificaciones urbanísticas y paisajísticas de diseño que, según el caso, incluirán elementos tales como:

- Las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión o zonas de reserva definidas en la Ley 1228 de 2008.

- Criterios para el diseño geométrico y paisajístico de la franja de aislamiento y la calzada de desaceleración establecidos en los decretos 3600 de 2007 y 4066 de 2008.

- Criterios para la implantación en los linderos con las zonas de reserva de la vía del tratamiento paisajístico establecido en el artículo 5° de la Ley 1228 de 2008.

- Criterios para los diseños específicos para los pasos urbanos definidos en el decreto 2976 de 2010, con sus correspondientes fajas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión. En particular, se establecerán los criterios urbanísticos y paisajísticos para el diseño de las vías de servicio definidas en el decreto 2976 de 2010, con sus carriles de aceleración o desaceleración. Estos criterios constituyen la base para el diseño geométrico contenido en el volumen correspondiente, de manera consistente con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras vigente expedido por el Instituto Nacional de Vías.

En el diseño de las soluciones se especificarán elementos tales como:

- Vías de servicio.

- Carriles de aceleración y desaceleración.

- Diseños tipo para accesos y salidas de predios, según categorías de uso, complejidad funcional, intensidad de tránsito.

- Andenes / alamedas para trânsito peatonal.

- Ciclo rutas.

- Soluciones para intersecciones con vías locales.
- Cruces peatonales / bicicleta.
  - a nivel
  - a diferente nivel
- Componentes del diseño paisajístico.
- Identificación y caracterización de las especies que serán implantadas como parte del diseño paisajístico.
- Plan de implantación de las especies vegetales.
- Amoblamiento del espacio público generado por la vía

Para los componentes que hacen parte del diseño geométrico de la vía, se presentarán en este volumen los criterios y especificaciones generales que son desarrollados en el volumen de diseño geométrico de esta Fase III. Para los demás componentes, como son los correspondientes al amoblamiento urbano y paisajismo, se presentarán, como parte de este volumen, los diseños y especificaciones detallados.

Se elaborarán los diseños tipo o criterios de diseño, según el caso, para los elementos que sin hacer parte integral del proyecto por ejecutar, lo complementan, tales como son los criterios para el tratamiento de las franjas de exclusión en propiedad privada, los carriles de aceleración y desaceleración y las soluciones para acceso a predios colindantes con la vía.

Los diseños de amoblamiento urbano y paisajísticos para zonas específicas, así como los diseños tipo para situaciones generales, se presentarán en escalas 1:500 y 1:200, acompañadas de los detalles que sean requeridos para las especificaciones de construcción.

3.10.6 CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá presentar las conclusiones y recomendaciones que considere pertinentes con referencia al área de estudio y que deben tenerse en cuenta durante la etapa de construcción del proyecto de infraestructura.

3.11 VOLUMEN XI. GESTIÓN PREDIAL

El Informe Final del Gestión predial, debe considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

CAPÍTULO 3. PLANO GENERAL DE AFECTACIÓN PREDIAL

CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN TÉCNICA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

CAPÍTULO 5. INVESTIGACIÓN CATASTRAL

CAPÍTULO 6. ELABORACIÓN DE PLANOS Y FICHAS PREDIALES

CAPÍTULO 7. RECURSOS E INSUMOS REQUERIDOS

CAPÍTULO 8. PRODUCTOS ENTREGABLES

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.11.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.11.1.1 Objetivo

El estudio de afectación predial permite determinar, a través de una investigación técnica y jurídica, el área de afectación de predios por la construcción del proyecto vial, así como la correspondencia entre la afectación física y la titularidad de los predios afectados para posibilitar las actividades posteriores de avalúo, negociación, adquisición y recuperación de predios.

3.11.1.2 Alcances

- Desarrollar la investigación técnica y levantamiento topográfico predio por predio para calcular las áreas afectadas en terreno por el proyecto de infraestructura vial.

- Adquirir a través de las Oficinas de Registro de Instrumentos Públicos, Departamentos de Catastro, IGAC, Archivo General de la Nación, despachos judiciales, notarias y demás entidades, la información catastral y de titularidad de los predios a afectar.

- Identificar y evaluar las inconsistencias entre los documentos legales y la información física real de los predios afectados para prever las controversias y procedimientos a cursarse durante posteriores etapas de avalúo, negociación y adquisición de los predios.

- Suministrar al INVIAS un inventario organizado de la información técnica y jurídica de cada predio afectado por el proyecto de infraestructura vial como insumo para las etapas posteriores de adquisición predial.

3.11.2 CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

Marco jurídico

La Subdirección del Medio Ambiente y Gestión Social, conforme a lo previsto en el Decreto 2056 de 2003, es la competente para adelantar el proceso de adquisición de predios requeridos para ejecutar las obras de infraestructura vial a su cargo, teniendo en cuenta las disposiciones que para tal fin señala la Ley 9ª de 1989, Ley 388 de 1997, y demás normas vigentes. El Instituto Nacional de Vías, al igual que todas la Entidades Públicas, se rige por la legislación existente para la adquisición de predios, Decreto 1420/98 Ley 56/81 - Decreto 222/83 Ley 8093, Decreto 855/94 requisitos IGAT Ley 160/94, Ley 99/93 Decreto 2150/95 Ley 388/97 Decreto 151/98 Decreto 450/98 Decreto 1599/98, Ley 456/99 Ley 550/99 reformada Decreto 422/200 Decreto 466/200 circulación externa 45 Contaduría General de la Nación.

Como parte del marco jurídico que orienta la gestión predial se encuentra la Ley de Reforma Urbana o Ley 9ª de 1989, la cual en su capítulo III señala el procedimiento para la adquisición de predios por enajenación voluntaria y por expropiación. Previo al inicio de cualquier proceso de adquisición, la Entidad debe contar con las herramientas básicas para su realización, y como primera medida se requiere elaborar la ficha predial, la cual es un documento de carácter técnico.

3.11.3 CAPÍTULO 3. PLANO GENERAL DE AFECTACIÓN PREDIAL

El estudio predial y catastral se inicia con la obtención de los diseños definitivos de las obras viales, que son la base para la elaboración del Plano General de Afectación Predial.

Definidos los anchos mínimos de la vía, se tendrá en cuenta lo establecido en la Ley 1228 del 16 de Julio del 2.008, de conformidad con los diseños y el alcance físico de la obra, para definir el ancho del corredor vial y peatonal requerido por el proyecto.

A través del plano se determinará el área de cada una de las zonas de terreno requeridas, con respecto al diseño geométrico de la vía, representando los predios afectados incluyendo linderos y numeración general de los mismos.

El Consultor deberá tener en cuenta en su elaboración, el sistema de información geográfica SIG, además todas las consideraciones técnicas para la elaboración de planos de acuerdo a la normatividad exigida por el Instituto. El consultor deberá basarse en los diseños, alcances y las prioridades definidas en el proyecto y establecidos por el INVIAS vigentes a la fecha de elaboración de los contratos.

3.11.4 CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN TÉCNICA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

El objetivo de este levantamiento es determinar con detalle las áreas afectadas por el trazado de la vía en proyecto, y las características y estado de la construcción en el interior del predio, tipo de material de construcción, uso del predio, área total y detalle de las áreas construidas y libres.

Se requiere el levantamiento topográfico previo en donde se detallen la línea de paramento o lindero del predio, bordes de vía, sardineles, líneas de alta tensión, postes, información vial, cercas, canales, árboles, etc. y el diseño de la nueva vía, con sus áreas de reservas viales peatonales para proceder a hacer el levantamiento interno de los predios afectados por el trazado.

Previo al inicio de este trabajo de campo, el Consultor deberá desarrollar, con los profesionales que estime conveniente, principalmente las personas que estarán a cargo del desarrollo del trabajo de campo, una reunión de carácter obligatorio en la cual se hará una inducción del objeto contractual y su metodología.

En campo, el consultor deberá informar a las autoridades municipales sobre los alcances de su trabajo respecto del proyecto e igualmente generará las estrategias pertinentes para informar a la comunidad sobre el desarrollo de las visitas (fecha y hora aproximada) con el fin de asegurar la presencia de propietarios y generar el menor impacto posible.

3.11.4.1 Levantamiento topográfico

Se realizarán visitas en cada predio (previa programación y coordinación del especialista y equipo predial), con los propietarios o poseedores. En esta visita el consultor debe brindar información clara y veraz sobre el proyecto, objetivo del levantamiento y elaboración de fichas y planos prediales, contenido de las mismas, la identificación del equipo de trabajo y solicitará la colaboración y apoyo para el acceso al predio, las mediciones y tomas fotográficas que serán pertinentes; en todo caso, la información que suministre el equipo predial será exclusivamente sobre el alcance de su trabajo.

El Consultor a través del equipo predial efectuará la localización técnica de cada franja requerida teniendo en cuenta los puntos de referencia (PR) Inicial y Final, entre los cuales se encuentre ubicado el predio requerido, y estos hacen referencia a los puntos del predio más cercanos al eje de la calzada proyectada. Además, se debe indicar con una I: Izquierda, D: derecha, la ubicación del predio en el sentido de origen del proyecto.

Las medidas se darán en número entero y dos decimales. Para predios rurales y suelos de protección en hectáreas (Has.) y metros cuadrados (m2); para áreas urbanas, suburbanas, o de expansión urbana en metros cuadrados (m2).

Para el levantamiento de áreas afectadas se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

El área total es referente a la extensión total del predio completo según documentos legales.

El área requerida es aquella afectada por la construcción o ampliación de la vía o por los cortes u obras necesarias para la ejecución del proyecto y que se encuentren por fuera del derecho de vía.

El área sobrante susceptible de FTU (áreas que por la forma, el tamaño o el uso), que no puedan ser desarrolladas por el propietario, deberán ser levantadas en su totalidad, y se incluirán en el plano predial. Previo a la determinación de estas áreas, para su aprobación deberá contarse con la aprobación del Interventor del proyecto.

Las construcciones deben determinarse como áreas cubiertas en metros cuadrados y estarán clasificadas así: vivienda (casas), comercio (locales), institucionales (escuelas), o industria (bodegas). Las construcciones afectadas parcial o totalmente se deben levantar en su totalidad, especificando materiales, acabados, uso de las mismas, características especiales (tipo de cimentación, cubiertas, etc.), y deben estar registradas iniciando el cuadro de la descripción de construcciones requeridas en la ficha predial.

El área construida es aquella afectada total o parcialmente por el proyecto, hace referencia al área total cubierta y únicamente a viviendas (casas), comercio (oficinas, locales), institucionales (escuelas), o industria (bodegas).

Dentro de la descripción del área construida se debe especificar las características constructivas como son paredes, pisos, acabados, cubierta, cimentación, ventanería, esta especificación se refiere al área cubierta, de existir corredor cubierto pero abierto, patios cubiertos, terrazas, etc. anexos a la construcción se deben tomar a parte como otro ítem con su descripción respectiva.

Las enramadas, cobertizos, corredores cubiertos y similares no se consideran como construcciones sino como mejoras. Se incluirán las cercas, instalaciones varias, redes de servicios, acometidas, parqueaderos, zonas duras, etc. Cualquier tipo de mejora que está dentro del área requerida.

Las mejoras se considerarán así: Corrales (metros lineales y número de varas con su altura), estanques o lagos (metros cúbicos o metros cuadrados, dependiendo del tamaño), tanques para almacenamiento de agua (metros cúbicos), pozos profundos (metros lineales), portales de entrada (unidades), vías privadas de acceso describiendo el tipo de rodadura o superficie (ancho y metros lineales), cercas de piedra superpuestas o fijas con concreto (ancho, alto, metros lineales), muros de cerramiento en piedra o ladrillo o malla eslabonada (metros lineales, altura), vallados (ancho, metros lineales), sistemas de riego con sus especificaciones técnicas (metros lineales). Las cercas en alambre de púas se considerarán, solamente en los casos en que se adquiera la totalidad del predio. Se debe tener en cuenta que el constructor solamente repondrá la cerca que delimitará el nuevo derecho de vía.

Se considerarán: pozos sépticos, mejoras piscícolas, jagüeyes, cocheras o marraneras, establos, silos, beneficiaderos, trapiches, hornos y / o cualquier tipo de construcción que se encuentre dentro del corredor vial afectado con las características y medidas del caso.

En el caso de afectación de infraestructura industrial o comercial que esté conformada por un sistema modular de construcción y que sea viable de modificar eliminando alguno de los módulos sin afectar el funcionamiento, se hace la descripción y medición sobre este módulo, y además se debe relacionar como están integrados los módulos.

Se medirán y cuantificarán las áreas ocupadas por cultivos permanentes, semi-permanentes, y plantaciones, indicando tipo, densidad, la unidad de medida o cantidad, dependiendo de la especie y su edad.

Se levantarán fichas y planos prediales para las áreas destinadas como depósito de materiales sobrantes de la obra (Botaderos) autorizados en la Licencia Ambiental del proyecto vial, para lo cual se deberá realizar la consulta correspondiente.

Se recolectará con los propietarios la información jurídica básica y catastral de cada predio, conforme a los ítems señalados en el formato de ficha predial suministrado por el INVIAS.

3.11.4.2 Situaciones particulares

Para el caso de los minifundios (menos de una hectárea) se levantará el área total del predio. Cuando por razones del proyecto queden pequeñas áreas no

afectadas y fragmentadas de la totalidad del predio, se levantará la información topográfica de dichas áreas.

Si el trazado de la vía afecta un predio en diferentes tramos, se levantará una sola ficha predial, incluyendo la totalidad de la zona requerida.

Si el predio es extenso longitudinalmente y las áreas afectadas quedan entre sí distanciadas, se hará un plano predial por cada área afectada con sus respectivas consideraciones. Para cada área afectada deben incluirse los linderos, distancias y áreas, relacionando los respectivos puntos de inflexión de acuerdo a las coordenadas planas referidas al diseño geométrico de la vía y a la referencia general del proyecto. Se debe incluir un plano que contenga la afectación total respecto al Proyecto.

Para aquellos predios que se encuentren fuera del corredor vial proyectado y en los que el diseño considere taludes de corte iguales o superiores a 5 m. y que posean infraestructura ubicada a una distancia menor o igual a 20 m., del borde del talud, se deberá informar inmediatamente a la Subdirección de Medio Ambiente y Gestión Social, para definir el manejo que se debe dar.

Cuando en un mismo predio, el terreno pertenece a un propietario y las construcciones, mejoras y cultivos a otro diferente, se elaborará una ficha predial por cada propietario y por dueño de mejora.

Cuando se presenten dos o más cultivos en la zona afectada de un predio, se deben discriminar las diferentes áreas para cada uno de los cultivos. En el caso que se encuentren cultivos y formen parte de la zona de influencia de la vivienda rural, y estos no sean afectados, pero la vivienda sea requerida, deberán aparecer medidos en la ficha predial, ya que se considera que estos cultivos forman parte de la huerta casera que genera sustento a la familia: cultivos de pan coger. También se consideran dentro de esta clasificación: frutales (unidades), cultivos de pan coger (unidades o metros cuadrados), etc.

En los casos donde las construcciones o mejoras se encuentren total o parcialmente sobre el derecho de vía, en esta área se registrarán solamente las construcciones, viviendas, mejoras y/o cultivos existentes, sin incluir el terreno.

Para el caso de predios sometidos al régimen de propiedad horizontal se generará una ficha predial general del edificio y una por cada unidad predial a afectar con información de área privada de la unidad predial y de las áreas comunes de acuerdo con el reglamento de propiedad horizontal.

En caso de presentarse inconsistencias entre los documentos del predio y el área requerida, se deberá informar a INVIAS, para determinar la solución.

3.11.4.3 Registro fotográfico

Se tomarán los siguientes registros fotográficos: a) Vista general del predio respecto de la vía: panorámica, b) vista exterior e interior de la construcción, c) registro fotográfico de todas las mejoras existentes dentro de la zona requerida, d) para los cultivos se tomará un registro que permita apreciar la condición de los mismos. Los registros fotográficos deben contener la fecha de toma y una descripción. Las tomas fotográficas se requieren en formato JPG.

3.11.5 CAPÍTULO 5. INVESTIGACIÓN CATASTRAL

En las Seccionales de Catastro del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en las oficinas de catastro de la jurisdicción respectiva o a través de las diferentes instituciones de orden local y nacional tales como: Alcaldías municipales, oficinas de planeación municipal, oficinas de notariado y registro, notarías, despachos judiciales, etc. el Consultor debe revisar la información jurídica de los predios y validar y/o complementar la documentación legal que haya sido suministrada por los propietarios.

El consultor debe solicitar copia de las planchas catastrales para superponer con los planos de predios que se afectan con el proyecto, indagar el estado de actualización de la información catastral y de registro para aquellos predios afectados. Consultar y analizar los registros 1 y 2 para establecer la afectación real de los predios, así como posibles cambios que pudieran presentarse por la dinámica de la zona (englobes y desenglobes). Determinar el tipo de tenencia del predio según documentos legales.

Para los predios adjudicados por el INCORA, se debe obtener la resolución de adjudicación.

Los documentos mínimos a recolectar son los siguientes:

- Certificado de nomenclatura catastral.
- Copia de plancha catastral donde se encuentran ubicados los predios a afectar.
- Copia de escritura o títulos que permitan identificar el titular actual del predio (folio de matrícula y escritura pública de la última transferencia de dominio). Si se trata de mejora, el documento legal expedido por autoridad competente, que permita determinar la titularidad de la mejora.
- Copia de cedula de ciudadanía o Certificado de existencia y representación legal del titular de dominio (según corresponda a persona natural o jurídica).

- Certificado de tradición y libertad.
- Copia de impuesto predial.
- Copia de plancha catastral donde se encuentran ubicados los predios a afectar

3.11.6 CAPÍTULO 6. ELABORACIÓN DE PLANOS Y FICHAS PREDIALES

La elaboración de planos y fichas prediales es la primera etapa del proceso de adquisición de predios que tiene como objetivo encontrar la correspondencia que existe entre la investigación técnica y levantamiento de planimetría en campo y la información jurídica y catastral de cada inmueble. De ahí la importancia que tiene realizar un buen trabajo, para que las etapas de Avalúos y Gestión de Compra se desarrollen sin inconvenientes.

Lo anterior implica que deben estudiarse los documentos jurídicos básicos de cada predio para que el objeto levantado topográficamente sea correspondiente, o en caso distinto emitir un concepto técnico sobre las inconsistencias encontradas.

En los casos donde los linderos y área calculada difiera de los obtenidos de títulos, se debe consultar al Interventor del contrato para definir los procedimientos a seguir y en todo caso acompañar de una nota aclaratoria y/o sustentar con una certificación de cabida y linderos expedida por la autoridad catastral competente.

3.11.6.1 Planos prediales

El plano predial es el espacio destinado para plasmar las características técnicas del inmueble objeto de una afectación predial, y la relación directa que genera el diseño propuesto con dicha afectación.

El objetivo de plano, es poder calcular con detalle las áreas requeridas por el trazado de la vía o proyecto, y las características y estado de todo lo contenido en dicha zona de tal manera que en la etapa de los avalúos los peritos avaluadores tengan la información necesaria para hacer una valoración real de cada uno de los elementos que conforman el bien inmueble.

En el plano se relacionan gráficamente características tales como el lindero del predio y la geometría de los lotes adyacentes, los cuerpos de agua, las zonas verdes, árboles, arbustos, construcciones, características topográficas como puntos de referencia, mojones, postes, vértices topográficos, y

sobresale la marca de la zona afectada o zona a adquirir que debe estar achurada con el fin de indicar dicha zona.

En el espacio del dibujo también se relacionan características técnicas indispensables como la grilla, la cual debe marcar las coordenadas respectivas, un cuadro de coordenadas que indique los puntos que se colocan en los linderos y las distancias entre cada punto, y dichos puntos deben ser marcados con números y el predio debe ser marcado consecutivamente y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj con el fin de tener un mejor entendimiento del plano.

A continuación se detalla la elaboración de los planos prediales:

- Se entregará este producto en escalas 1:200, 1:500, 1:1000, de acuerdo con el formato suministrado por el INVIAS, y teniendo en cuenta el área con la que el predio cuente, diligenciando el cuadro de información requerida para cada predio, previamente confrontado con los documentos jurídicos básicos y con el Número de Ficha Predial.

- El plano del predio debe aparecer en una posición central con respecto al formato y debe contener dos juegos de coordenadas como mínimo en esquinas opuestas de tal forma que faciliten una digitalización y calibración de tableta en caso de ser necesario. La norte debe estar orientada siempre hacia arriba a la izquierda y la nomenclatura domiciliaria de este y de los predios colindantes debe aparecer perpendicular a la línea de manzana y el texto centrado sobre esta línea, en la manzana catastral, el área afectada debe aparecer achurada.

- Los datos que incluye la ficha y el plano referentes a la información predial se obtienen del Certificado Catastral del predio, de la Escritura Pública y/o del Certificado de Tradición y Libertad, y deben ser actualizados.

- El cuadro de coordenadas se diligencia en el espacio asignado para tal fin en el formato del plano predial.

- Además llevará un cuadro con los datos de longitudes de los linderos y área afectadas.

- Se indicará el norte geográfico claramente, dibujándolo en cada uno de los planos.

- Se dibujarán los accidentes geográficos como ríos, quebradas, vías, caminos veredales, servidumbres o referencias, en los layers determinados para tal fin en el archivo digital del dibujo, de acuerdo con las especificaciones técnicas y el formato que será entregado por INVIAS

al Consultor, con el fin de facilitar la ubicación del predio y especificar claramente los detalles y accidentes geográficos cercanos o afectados por el corredor vial.

- Si el predio es colindante con ríos, quebradas o cualquier cuerpo de agua se debe tener en cuenta la ronda de río, para el respectivo avalúo posterior. De todas maneras en alguna parte del plano predial se debe anotar el área de la ronda de río que será afectada por el proyecto. Para tal fin se debe consultar la normatividad establecida en el Código de Recursos Naturales (Decreto – Ley 2811 de 1974) y la normatividad específica para el municipio, definida en el Plan de Ordenamiento Territorial.

- El plano en su totalidad deberá ir acotado y con los PR's entre los cuales se ubique el predio afectado con referencia al eje de la vía proyectada.

- El plano predial debe diferenciar corredores viales existentes con la vía y la vía proyectada.

- El área requerida deberá estar referenciada en un cuadro de coordenadas planas.

- Las convenciones deben definir claramente cada una de las variables que contenga el plano y dibujadas a color, como son: eje definitivo, vía actual, construcciones, linderos, cercas, árboles, accidentes geográficos, etc.

- El área requerida debidamente resaltada, subrayada o demarcada.

- El cuadro de coordenadas de los puntos de inflexión o vértices del predio requerido.

- El plano deberá ir en una hoja tamaño carta, debe contener los predios circundantes al área requerida con el nombre de los propietarios, de tal forma que facilite la identificación de los linderos. En los casos en que no sea posible levantar el plano en una sola hoja, se dibujará el plano por sectores en varias hojas tamaño carta y en las mismas se podrá hacer la aclaración de linderos de cada sector, teniendo en cuenta que entre plano y plano debe existir un traslapo que permita continuar y entender el plano, PR de ubicación del área requerida, la cual irá debidamente resaltada, subrayada o demarcada; este plano deberá estar debidamente firmado por el responsable del proyecto por parte del consultor.

- El rótulo contendrá: nombre del INVIAS, nombre del proyecto, consultor, propietario, número del predio, área requerida, la fecha, escala numérica,

así como un cuadro de coordenadas de los puntos de inflexión del predio requerido.

- El área de rótulo debe contener la información básica del inmueble que se relaciona a continuación:

  - Entidad Contratante. (Instituto Nacional de Vías).
  - Nombre del Propietario del predio o del poseedor.
  - Nombre del Proyecto.
  - Consultor que lleva a cabo el trabajo de predios.
  - Nombre y Matrícula del Ingeniero o Topógrafo responsable.

- Cuadro de Áreas donde se discrimina el Área Total (Área estipulada en los títulos de adquisición o tradición del inmueble), Área Requerida o Afectada y Área Construida.

  - Sector de acuerdo al proyecto vial y número de plano o consecutivo de ficha.
  - Fecha de entrega en INVIAS y escala numérica.
  - Cuadro de Convenciones que se especifica a continuación:

    - ✓ Borde de Vía Proyectada.
    - ✓ Eje vía proyectada
    - ✓ Eje vía existente
    - ✓ Derecho de Vía
    - ✓ Lindero
    - ✓ Cercas
    - ✓ Área Requerida
    - ✓ Área Construida requerida
    - ✓ Mejoras existentes.
    - ✓ Postes
    - ✓ Árboles.
    - ✓ Accidentes geográficos si son necesarios

Las especificaciones de cada una de las características técnicas de las convenciones se explicaran en el apartado de layers y elementos de dibujo.

El consultor presentará igualmente un informe de poligonales que contenga:

- Carteras de campo.
- Certificaciones de coordenadas IGAC.
- Esquema de poligonales.
- Memorias de cálculo y ajuste de la poligonal.

- Listado de coordenadas ajustadas.

- Registro Fotográfico de los mojones de referencia a los cuales se amarró el levantamiento topográfico.

- Descripción en formato INVIAS de los puntos materializados y de las Referencias.

3.11.6.2 Fichas prediales

La ficha predial es el documento base para determinar el valor del predio, ya que contiene la información y descripción de los elementos materia del avalúo, como son: nombre del proyecto, tipo de predio, número de identificación del predio, número catastral, nombre del propietario o del poseedor, linderos del predio requerido, aspectos jurídicos básicos, identificación de puntos de referencia (PR`s) o kilómetros (km) entre los cuales está ubicado el predio requerido, área total del predio por títulos, folio y cedula catastral, área requerida de terreno y construcción, descripción del tipo de construcción existente, inventario de mejoras, y clasificando especies. Se anotarán aquellas observaciones que informen y faciliten la enajenación voluntaria del predio.

A continuación se detalla el diligenciamiento del formato de ficha predial:

- Las fichas prediales se identificarán con el número del predio de acuerdo a su ubicación con respecto a los PR'S (puntos de referencia entre los cuales este ubicado el predio requerido con relación al eje de la vía proyectada y corresponden a los puntos más cercanos a dicho eje) y en forma ascendente, ejemplo: 001, 002, indicando con I: izquierda o D: derecha, dependiendo su ubicación en sentido ascendente con respecto al abscisado de la calzada proyectada.

- La numeración de las fichas prediales será continua y ascendente, de tal manera que el último número de la última ficha establezca la cantidad total de fichas prediales requeridas por el proyecto.

- Si en el transcurso de la compra de los predios surgen algunas divisiones dentro de un mismo predio o áreas adicionales, estas fichas se numerarán de la siguiente manera: 001A, 001B, 001C, etc. En caso que se generen dos o más fichas en uno de estos predios por ajuste de información u otra causa, su identificación será así: 001A-1 o 001B-2, etc.

- La fecha de Inicio, hará relación al levantamiento de la información en campo y la Fecha Final, hará relación a la entrega de la ficha al INVIAS.

- En la casilla "Nombre del sector", se indicará el nombre del sector donde se desarrollan los trabajos.

- La identificación del predio deberá corresponder a lo que establecen los documentos jurídicos, con su respectiva dirección y/o nombre del predio, vereda, municipio y departamento.

- En la casilla "Nombre del propietario" se debe consignar el que aparece en el certificado de tradición y libertad actualizado, con su respectivo documento de identificación y si posee algún número telefónico, celular o e-mail para su posterior ubicación.

- Los datos jurídicos contenidos en la ficha predial, deben corresponder a los documentos jurídicos soportes de la ficha.

- En la identificación del predio correspondiente a la casilla "tipo de predio", se debe tener en cuenta la implementación de la Ley 388 de 1997, la cual en su capítulo IV, artículos 30 al 35, establece la clasificación del suelo para municipios y distritos así: suelo urbano, suelo de expansión urbana, suelo rural, suelo suburbano, y suelo de protección, reglamentado en el Plan de Ordenamiento Territorial.

- La ficha deberá contener los linderos del área requeridas por el INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS por tratarse de una vía a cargo de esta Entidad, con su longitud en metros lineales y el respectivo propietario colindante. Los linderos serán descritos con base a distancias perimetrales y coordenadas, las cuales deberán ser amarradas al sistema de coordenadas geográficas del país, e irán en el plano así: -NORTE-ORIENTE-SUR-OCCIDENTE- COLINDANTE-DISTANCIA.

- Los elementos constructivos se especificarán haciendo una descripción general de: estructura, muros, cubierta, pisos, baños, cocina, servicios públicos, equipos adicionales, acabados y estado de conservación general.

- El inventario de especies deberá contener el tipo, densidad, la unidad de medida o cantidad, dependiendo de la especie.

- La fecha hará referencia al día de entrega de la ficha predial al INVIAS.

- La ficha predial debe ser firmada por quién elabore el trabajo de campo, con su respectiva matricula profesional y será responsable de los datos contenidos en ella y además debe ser avalada por el Consultor, quién

será el responsable para las aclaraciones o reclamaciones del caso, por parte de INVIAS.

3.11.7 CAPÍTULO 7. RECURSOS E INSUMOS REQUERIDOS

- Especialista(s) Predial(es).
- Comisión de topografía.
- Trabajadores sociales o similares.
- Equipos de última generación, GPS, Estación de topografía con su respectivo certificado reciente de calibración.
- Accesorios: Trípode, Prismas, Radio – comunicadores.
- Equipo de cadeneros: Plomadas, maceta, tachuelas o puntillas de acero, pintura.
- Equipo de seguridad industrial: Señales tráfico, chalecos reflectivos, capas impermeables, etc.
- Cámara Digital.
- Vehículo tipo campero o similar, de modelo reciente.
- Equipo de cómputo e impresión de documentos y planos.
- Recursos para consecución de información catastral y jurídica de los predios

3.11.8 CAPÍTULO 8. PRODUCTOS ENTREGABLES

Con el fin de facilitar el análisis de la actividad ejecutada, el Consultor entregará como parte del presente estudio, la siguiente información:

3.11.8.1 Relación de predios afectados

Esta incluye el listado de los predios afectados con su respectivo número de la ficha predial, nombre del propietario o del poseedor, PR o KM entre los cuales se ubica el predio, número catastral, número de escritura, sentencia o resolución de adjudicación, fecha del documento, notaría, ciudad de notaría, folio de matrícula inmobiliaria, fecha de expedición de la matrícula, información técnica: área total del terreno por títulos, área requerida, áreas de construcción requerida, observaciones, en archivo magnético. El formato