REQUERIMIENTOS TÉCNICOS FASE II AVANZADA / FASE III CONTRATACIÓN

Contenido

1 INTRODUCCIÓN 1

2 ALCANCE TÉCNICO DE LA CONSULTORÍA 3

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 3
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 4
CAPÍTULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO 4
CAPÍTULO 4. DISEÑO GEOMÉTRICO 5
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 6
ANEXOS 6
ARCHIVO IFC A ENTREGAR 7
PLANOS 7
CARTERAS DEL PROYECTO Y DE REPLANTEO 8
2.2 VOLUMEN II ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA 9
1. OBJETIVO Y ALCANCES *9*
2. METODOLOGÍA *10*
3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA REGIONAL *11*
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES *21*
5. ANEXOS *22*
2.3 VOLUMEN III ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES, PUNTOS CRÍTICOS ZONAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVACIÓN Y SOBRANTES (ZODMES), Y FUENTES DE MATERIALES. FASE II 25
CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 25
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 27
CAPÍTULO 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 29
CAPÍTULO 4. TRABAJOS DE CAMPO 29
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO 30
CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, PUNTOS CRÍTICOS, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVACIÓN Y SOBRANTES (ZODMES) 31
CAPÍTULO 7. FUENTES DE MATERIALES 32
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 32
ANEXOS DEL VOLUMEN 33
2.4 VOLUMEN IV ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS 34
CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES *34*
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO *35*
capítulo 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PUENTES NUEVOS Y OTRAS ESTRUCTURAS *37*
capítulo 4. TRABAJOS DE CAMPO *37*
capítulo 5. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN *38*
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS GEOTÉCNICO *38*
capítulo 7. CONDICIONES ESPECIALES DE SUBSUELO *39*
capítulo 8. OBRAS COMPLEMENTARIAS *40*
CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES *40*
CAPÍTULO 10. RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III *40*

ANEXOS DEL VOLUMEN *41*
2.5 VOLUMEN V ESTUDIO DE HIDROGEOLOGÍA DE DETALLE 41
CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES ..... **¡Error! Marcador no definido.**
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA ..... **¡Error! Marcador no definido.**
CAPÍTULO 3. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE HIDROGEOLOGÍA.... **¡Error! Marcador no definido.**
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... **¡Error! Marcador no definido.**
ANEXOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**
2.6 VOLUMEN VI ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA LOCAL PARA PAVIMENTO 52
CAPITULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES ..... **¡Error! Marcador no definido.**
CAPITULO 2. METODOLOGÍA ..... **¡Error! Marcador no definido.**
CAPITULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN (SECUNDARIA) ..... **¡Error! Marcador no definido.**
CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... **¡Error! Marcador no definido.**
5. ANEXOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**
2.7 VOLUMEN VII REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PUENTES NUEVOS EN VÍAS EXISTENTES ..... **¡Error! Marcador no definido.**
CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES ..... **¡Error! Marcador no definido.**
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA ..... **¡Error! Marcador no definido.**
2.8 VOLUMEN VIII ESTUDIO DE REDES SECAS 90
CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES 90
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA 91
CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN (SECUNDARIA) 91
CAPÍTULO 4. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVIDAD DE REFERENCIA 92
CAPÍTULO 5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE REDES SECAS 93
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 96
ANEXOS 96
CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES *96*
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA *97*
CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN (SECUNDARIA) *98*
CAPÍTULO 4. ESTRUCTURACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS *98*
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES *100*
ANEXOS *100*
2.9 VOLUMEN IX ESTUDIO DE URBANISMO Y PAISAJISMO 100
CAPÍTULO 1 ESTUDIO DE URBANISMO Y PAISAJISMO ..... **¡Error! Marcador no definido.**
2.10 VOLUMEN X ESTUDIO DE ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS 115
CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN ***¡Error! Marcador no definido.***
CAPÍTULO 4. ESTABLECER EL CONTEXTO ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS . ***¡Error! Marcador no definido.***
CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LOS RIESGOS ..... ***¡Error! Marcador no definido.***

CAPÍTULO 7. TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS.....***¡Error! Marcador no definido.***
CAPÍTULO 8. CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS.....***¡Error! Marcador no definido.***
CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....***¡Error! Marcador no definido.***
ANEXOS.....***¡Error! Marcador no definido.***
2.11. VOLUMEN XI SOSTENIBILIDAD PROYECTOS SUJETOS A PAGA..... 124
CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES *124*
CAPITULO 2. GENERALIDADES *124*
CAPÍTULO 3. FORMULACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO *125*
CAPITULO 4. LINEAMIENTOS GENERALES DE SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO A EJECUTAR..... *126*
CAPÍTULO 5. CRITERIOS ESPECÍFICOS DE SOSTENIBILIDAD (BUENAS PRÁCTICAS) PARA INCLUIR EN EL PROYECTO *128*
CAPITULO 6. ANÁLISIS DE BENEFICIO COSTO CON ENFOQUE DE SOSTENIBILIDAD Y ALTERNATIVAS DE FINANCIACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES..... ***¡Error! Marcador no definido.***
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....***¡Error! Marcador no definido.***
2.12. VOLUMEN XII ESTUDIO GESTIÓN PREDIAL ANEXO TECNICO..... 142
CAPITULO 1 OBJETIVOS Y ALCANCES 142
CAPITULO 2 CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO 142
CAPITULO 3 ANÁLISIS ECONÓMICO 148
CAPITULO 4 DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA 149
CAPITULO 5 ENTREGABLES 149
CAPITULO 6 INSUMOS REQUERIDOS.....**¡Error! Marcador no definido.**
CAPITULO 7 PERFIL Y FUNCIONES DE LOS PROFESIONALES.....**¡Error! Marcador no definido.**
2.13 VOLUMEN XIII. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL 150
CAPITULO 1. LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO PAGA..... *151*
CAPITULO 2. CONTENIDO DEL DOCUMENTO PAGA..... *152*
CAPITULO 3GESTIÓN Y APROBACIÓN DEL DOCUMENTO PAGA *156*
CAPITULO 4. FUENTES DE MATERIAL *156*
CAPITULO 5. PRODUCTOS ENTREGABLES..... *157*
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... *158*
CAPITULO 7. NORMATIVIDAD *158*
VOLUMEN XIV . INFORME FINAL EJECUTIVO..... 167

3 ENTREGA DE DOCUMENTOS AL INVIAS 169

ANEXO 1 ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS *174*
CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES..... *174*
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA..... *177*
CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN..... *181*
CAPÍTULO 4. ASPECTOS TÉCNICOS..... *181*
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... *189*

CAPÍTULO 6. INFORME PATOLÓGICO Y RECOMENDACIONES PARA EL PUENTE EXISTENTE..... *191*

1 INTRODUCCIÓN

En este documento se describe de una manera ordenada la forma en que el consultor debe desarrollar los estudios, de tal forma que los productos elaborados por el Consultor y aprobados por la Interventoría, viabilicen la solución ingenieril construible, más adecuada y viable para esta conexión, de acuerdo al objeto contractual y al alcance de cada volumen descrito en el documento Anexo Técnico del presente Concurso de Méritos, cumpliendo con las especificaciones, normatividad vigente y niveles de servicio requeridos por la entidad.

Estos "REQUERIMIENTOS TECNICOS" son una guía básica que el consultor deberá seguir sin perjuicio de poder aportar más al objetivo de seleccionar la mejor alternativa y obtener unos estudios óptimos y claros que le permitan al INVIAS continuar con etapas posteriores de estudios y diseños.

El Consultor, con la aprobación de la Interventoría, podrá ajustar el contenido y desarrollo de los volúmenes y/o entregables que hacen parte de estos estudios, a los presentes requerimientos técnicos, siempre y cuando cumpla con el objeto contractual y el alcance definido para cada volumen en el Anexo Técnico.

Adicionalmente, en el desarrollo del contrato se debe cumplir con la normatividad ambiental vigente, los manuales de diseño, normas de ensayo y auscultación, y especificaciones generales de construcción de carreteras vigentes al momento del Concurso de Méritos, demás normatividad, Anexo Técnico y actividades descritas en el presente Requerimiento Técnico.

Es importante mencionar que, en los trabajos de campo, el Consultor utilizará equipos que cuenten con tecnología de punta, de manera que se minimicen las incertidumbres y tiempos de medición o exploración. Los equipos deben estar debidamente calibrados presentando a la Interventoría, las constancias de mantenimiento y calibración. Adicionalmente, teniendo en cuenta que se requiere la ejecución de ensayos, estos deberán realizarse en laboratorios acreditados por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), en el caso de que estos no tuviesen esta condición, podrán recurrir a laboratorios idóneos certificados con las normas ISO/IEC 17025:2005 o ISO9001:2018, o como mínimo ISO9001:2015, o versiones más recientes, que aseguren la adecuada medición e identificación de los atributos técnicos. Los certificados de acreditación o idoneidad deberán ser entregados al Interventor antes de la realización de los ensayos, esto con la finalidad de que la Interventoría tenga aprobado el laboratorio de suelos y pavimentos previo al inicio de los trabajos de campo.

De la misma forma, todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) que se realicen, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

El consultor deberá tener en cuenta para la estructuración del proyecto el uso de nuevas tecnologías. Para tal efecto deberá basarse en evaluación por desempeño y durabilidad dependiendo de las áreas especializadas, lo anterior en el marco de lo establecido en la ley 1955 de 2019, Plan de Desarrollo, Art. 173 INNOVACIÓN E IMPLEMENTACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE.

Debido a la necesidad que tiene la entidad en construir y recopilar elementos para implementar a mediano plazo la metodología BIM, el consultor debe presentar una metodología para el manejo y gestión de información durante el desarrollo del proyecto de consultoría hasta la obtención del producto final.

Esta metodología complementaria, podrá desarrollarse apoyada en diagramas de flujo y/o diagramas lo suficientemente claros en donde se visualice e indique por lo menos los siguientes aspectos:

- Información del proyecto, alcance de los estudios y diseños (nivel de información)
- Lo(s) nombres y la reseña profesional de la(s) persona(s) que desempeñarán la función de gestor(es) de la información
- La matriz de responsabilidades dentro del equipo del proyecto en la ejecución de tareas y generación de entregables;
- La estrategia de organización y manejo de la información durante la ejecución del proyecto.
- La estrategia de consolidación y entrega de la información resultado de la consultoría al INVIAS
- La infraestructura tecnológica (aplicaciones Software y Hardware) a adoptar.
- Modelación de la información en formato IFC y/o compatible para el trazado geométrico aprobado, y la modelación en las demás áreas técnicas del proyecto será opcional.

El consultor podrá incluir la información adicional que a su criterio considere útil para fortalecer la metodología que se propone para la gestión de la información.

Para cumplir el requisito arriba descrito, el consultor deberá orientarse en lo especificado en la norma ISO 19650.

La metodología debe ser entregada a la Entidad antes de cumplirse el cincuenta (50%) por ciento del plazo de ejecución del contrato de consultoría, previa aprobación de interventoría.

2 ALCANCE TÉCNICO DE LA CONSULTORÍA

2.1 VOLUMEN I ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO
CAPÍTULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO
CAPÍTULO 4. DISEÑO GEOMÉTRICO
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
ANEXOS
ARCHIVO IFC A ENTREGAR
PLANOS
CARTERAS DEL PROYECTO Y DE REPLANTEO

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

El objetivo de este volumen es definir el trazado y diseño geométrico del sector de puente en la vía existente. Los sectores de puente se definen como los sitios donde se ha perdido la capacidad de la calzada de la vía existente, condición que limita el libre flujo vehicular.

Se requiere por lo tanto estudiar en campo el trazado y la geometría del sitio de puente, de acuerdo con las características geométricas de la vía existente, apoyado en el levantamiento topográfico, se buscará que el nuevo trazado cumpla con los criterios y parámetros técnicos contenidos en el Manual de Diseño Geométrico a partir del criterio de tramos homogéneos, su longitud, velocidad de diseño y radios de curvatura, pendiente máxima y mínima y otros parámetros de elementos geométricos que permitan adecuar estos sitios viales al tránsito de vehículos, garantizando condiciones de estabilidad, comodidad y de seguridad vial de los usuarios.

Adicionalmente el objetivo de este volumen es definir el trazado y diseño geométrico teniendo en cuenta los estudios de tránsito, geología, geotecnia, predial, hidrológico y ambientales de tal manera que se garantice la operatividad, estabilidad y sostenibilidad del corredor, en condiciones adecuadas de capacidad y niveles de servicio.

El objetivo es plantear la mejor solución técnica completamente integrada a las condiciones geométricas del tramo al cual pertenece el sector de puente de la vía existente y recuperar el corredor vial de la vía existente.

1.2 ALCANCES

- Realizar el levantamiento topográfico detallado del sitio afectado en toda su longitud incluyendo al inicio y al final una longitud de empalme con la vía existente en cada extremo de por lo menos 100 metros, incluyendo los quiebres de terreno y demás detalles topográficos que permita representar la superficie del terreno.

- El Consultor sobre el corredor de la vía existente, deberá definir un tramo homogéneo integrado a la vía existente y al sitio de ponteadero como tal y optimizar un diseño geométrico acorde con los criterios y parámetros de la vía existente antes y después del sitio de ponteadero en estudio, de acuerdo con los criterios y parámetros establecidos en El Manual de Diseño Geométrico del INVÍAS vigente.
- Realizar el trazado empleando herramientas como software especializado de modelación, el cual permita realizar de manera sencilla los cambios necesarios, y a su vez los actualice en el resto del diseño, además debe permitir una vista simultanea de los diseños en planta, en perfil y la sección transversal.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

El Consultor deberá definir la Metodología a emplear en el desarrollo del Estudio, documento que se deberá entregar a la Interventoría para su aprobación y en el cual, se detallará la información secundaria y primaria a emplear en el estudio, así como los trabajos de campo.

Es importante tener en cuenta que las metodologías para estudios y diseños de proyectos viales imponen la necesidad de efectuar retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas que intervienen en el diseño integral de un proyecto. Solo esta intercomunicación oportuna durante el período de análisis permite la validación y consistencia de los parámetros que se adoptan en el diseño y del conjunto de variables que se derivan.

Se deberá realizar visitas de campo del personal de ingenieros encargados de la elaboración del estudio de trazado y diseño geométrico al sitio del ponteadero, con los expertos en geología, geotecnia y demás áreas afines, con el fin de verificar la información recibida en mapas geológicos, conocer y cuantificar los posibles riesgos geológicos y establecer condiciones reales que permitan un manejo adecuado y optimizar los recursos.

CAPÍTULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO

Teniendo en cuenta lo especificado en el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVÍAS y a buen criterio del Consultor, se deberá realizar la conceptualización del sector crítico, definiendo los criterios y parámetros a emplear, las características deseadas, los condicionantes propios del proyecto, las amenazas, la interacción con las otras especialidades, los lineamientos de infraestructura verde vial y de sostenibilidad junto con el análisis de riesgos.

3.1 CRITERIOS GENERALES

Se presentan criterios generales para tener en cuenta en actividades de atención a sitios críticos de un corredor vial existente, representados por requisitos a considerar y desarrollar en estudios de diseño vial, con el propósito de optimizar de forma simultánea numerosos aspectos para tener en cuenta; entre los que se destacan:

- **La funcionalidad** vendrá determinada por el tipo de vía a proyectar en el sector crítico y sus características geométricas, así como también por el volumen y propiedades del

tránsito, permitiendo una adecuada movilidad a los usuarios y mercancías en tiempos de recorrido coherentes con el volumen y tipo de tráfico.

- **La seguridad vial**, como condición básica por ofrecer en cualquier diseño vial.
- **La comodidad** y percepción de armonía y estética desde el punto de vista de los usuarios viales.
- **La integración con el entorno**. Respetando el medio ambiente, siendo básico la adaptación del proyecto a los contornos topográficos del corredor ocupado por el proyecto.
- **La optimización de costos,** la cual será dirigida a obtener el menor costo posible, tanto en la ejecución de la obra como en las etapas de conservación, mantenimiento y explotación.
- **La calidad en la elaboración de los estudios** se deberá ajustar a los requisitos previstos en el Manual de Diseño Geométrico de carreteras y demás normas técnicas vigentes.

Para llegar a la mejor solución se deberá evaluar la integración de todos estos aspectos en el trazado definido por los parámetros y criterios contenidos en el Manual de Diseño Geométrico.

3.2 CRITERIOS Y PARÁMETROS DE LA GEOMETRÍA

A partir de la conceptualización del proyecto se deberán plantear las premisas que debe cumplir el trazado y el diseño geométrico en planta, perfil longitudinal y sección transversal del sitio de ponteadero integrado completamente a la geometría de la vía existente.

Realizar el trazado y diseño geométrico definitivo, siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico vigente, teniendo como referencia la geometría de la vía existente dando cumplimiento a los criterios y parámetros establecidos en la norma.

Se deberán establecer las características geométricas que tendrá el eje de diseño como son:

- Tramos homogéneos de acuerdo con la pendiente transversal del terreno.
- Velocidad de diseño.
- Radios mínimos.
- Ancho de calzada.
- Ancho de bermas.
- Sección Transversal Típica.
- Pendiente longitudinal Máxima y Mínima.
- Geometría sección en puente o viaducto.

CAPÍTULO 4. DISEÑO GEOMÉTRICO

Se deberá realizar el trazado y diseño geométrico cumpliendo con lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico del INVÍAS vigente, siguiendo los criterios y premisas establecidos en el capítulo anterior.

Las obras principales planteadas producto del trazado geométrico deberán ser el resultado del

análisis de amenaza y estabilidad. Teniendo como premisa las condiciones ambientales, geológicas, de geotecnia e hidrológicas existentes en el entorno del sitio de ponteadero y que gobiernan el corredor vial.

El trazado en el sitio de ponteadero deberá ser el producto de un análisis interdisciplinario donde se tenga en cuenta todas las condiciones especiales como zonas potenciales de falla, amenazas, reservas naturales y demás condicionantes del diseño.

Se deberá analizar alternativas de solución para la localización del nuevo puente, con el objeto de proponer la mejor solución vial. Los diseños deben estar amarrados al sistema de coordenadas actualizado del IGAC y desarrollados en software especializado de última tecnología.

Las alternativas podrán tener diferentes soluciones, por lo que el Consultor debe recomendar aquella que ofrezca las mejores condiciones técnicas y que cumpla con todas las premisas establecidas.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá establecer las limitaciones encontradas durante el proceso de diseño, que desvirtúen el objetivo trazado inicialmente, en lo pertinente a garantizar el empleo de los parámetros y criterios de diseño, la comodidad y la seguridad de los usuarios de la vía.

Deberá establecer los principales resultados obtenidos del sitio de ponteadero a partir de las soluciones proyectadas sobre el corredor existente, la garantía en la seguridad vial de los usuarios y un resumen descriptivo de las obras principales requeridas.

El Consultor debe formular las recomendaciones a tener en consideración durante la etapa de construcción, que permitan y faciliten el conocimiento de la solución proyectada.

Se debe evitar durante la etapa de construcción la accidentalidad. El objeto fundamental del *Estudio de Seguridad Vial y Señalización* es la prevención de la accidentalidad, que desde luego no depende exclusivamente de este aspecto. No obstante, la calidad y la pertinencia técnica de la señalización en un proyecto vial, de acuerdo con el Plan de Manejo de Transito aprobado por la Interventoría, puede contribuir a la mitigación de los riesgos de accidentalidad y todas sus consecuencias para conductores, vehículos, peatones, y para la sociedad en general.

ANEXOS

Se deberán entregar los siguientes productos (en físico y magnético), los cuales deberán contener como mínimo la información que se describe a continuación:

Se deberá organizar en medio digital toda la información secundaria y primaria que haya sido utilizada para el desarrollo del presente estudio. Así mismo, se deberá establecer un sistema de clasificación de los documentos a entregar para facilitar su consulta, tanto por parte del

Interventor y/o del INVÍAS, como por cualquier otra persona que se encuentre interesada en acceder a dicha información.

ARCHIVO IFC A ENTREGAR

Se entregará archivo en formato IFC, relacionado con la metodología BIM que facilite el intercambio de información entre diferentes herramientas de software, el cual deberá incluir toda la información del modelo vial.

PLANOS

El Consultor deberá elaborar y entregar los planos definitivos en formato DWG y en formato PDF con la firma del responsable de su elaboración e informes requeridos para el proyecto, sin perjuicio de lo establecido en el Capítulo 9 del Manual de Diseño geométrico del INVÍAS, considerando como mínimo los siguientes:

- ✓ PLANOS TOPOGRAFICOS

Planos de Poligonal

- Ubicación de Deltas-BMs.
- Cuadro de Coordenadas y cotas corregidas de cada vértice.
- Nube de puntos del levantamiento topográfico, triangulación y líneas de nivel.

- ✓ PLANOS DE DISEÑO

Se presentarán planos en los formatos planta - perfil o independiente planta y perfil de acuerdo con las condiciones topográficas del proyecto, en físico y en archivo magnético en formato ".DWG" o compatible.

Planta

- Escala 1:1.000.
- Eje del proyecto rotulado con abscisas cada 100 m.
- Sección transversal típica.
- Ancho de calzada proyectada.
- Referencias BMs.
- Escalas gráficas.
- Zonas de inestabilidad geotécnica.
- Nombres del río indicando el sentido de las aguas.

Perfil longitudinal

- Escalas 1:1000 H y 1:100V.
- Perfil de terreno existente por el eje.

- Proyecto de rasante con indicación del valor de pendientes.
- Elementos de curvas verticales (abscisas, cotas de PIV, parámetro K y longitud).
- Diagramas de curvatura.
- Diagrama de peraltes.
- Localización de sondeos y sus correspondientes perfiles estratigráficos.
- Localización de alcantarillas, pontones, puentes y muros proyectados.
- Nombres del río.
- Muros de contención.

Secciones Transversales Típicas

Se presentarán las secciones mixtas, en tangente o en curva, en cada plano de planta y deberá contener:

- Velocidad de diseño.
- Ancho de calzada.
- Ancho de bermas.
- Pendiente longitudinal.
- Inclinación transversal (BN).
- Dimensiones de la cuneta respecto al borde de pavimento.
- Taludes y terraceo si existe.

Secciones Transversales

Las Secciones Transversales del estudio, se deben presentar en archivo DWG y deben contener:

- Escalas horizontal y vertical 1:200 o 1:100.
- Se presentarán cada 10 metros.
- Estructura de pavimento proyectada.
- Taludes.
- Cunetas.

- **CARTERAS DEL PROYECTO Y DE REPLANTEO**

Se deberá presentar los listados contenidos en el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVÍAS; los cuales entre otros son:

Carteras De Topografía

- Carteras de Levantamientos de Campo.
- Cálculo de Coordenadas.
- Carteras de Poligonal.
- Carteras de Nivelación.
- Certificados de Calibración de Equipos.

Carteras de Diseño y replanteo

- Alineamiento Horizontal.
- Alineamiento Vertical.
- Rasante.
- Peraltes.
- Cartera de Movimiento de Tierras.

2.2 VOLUMEN II ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA

1. OBJETIVO Y ALCANCES

2. METODOLOGÍA

3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. ANEXOS

1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

Proporcionar la información de detalle para los estudios y diseños requeridos para el mejoramiento de la vía a partir de la caracterización geológica de la zona del proyecto, determinar mediante evaluación y análisis detallados los aspectos de estabilidad y seguridad de las áreas donde se desarrollará el proyecto, así como los sitios recomendados para el suministro de materiales de construcción y disposición de materiales sobrantes. Además, realizar los estudios de geología de detalle para los túneles y ponteaderos.

El consultor deberá caracterizar la geología del proyecto y determinar mediante evaluación y análisis detallados los aspectos de estabilidad de las áreas donde se desarrollará el proyecto.

1.2 ALCANCES

En el análisis y evaluación detallados a escala 1: 2.000 o 1: 1.000 se deben establecer los aspectos de estabilidad y seguridad de las áreas donde se desarrollará la vía, la clasificación de excavaciones para pago, los sitios establecidos para el suministro de materiales de construcción y los sitios para disposición de materiales sobrantes. Además, comprenderá la investigación geológica de ingeniería en los túneles y ponteaderos, si el consultor o la entidad pueden entregar información con mayor detalle podrán hacerlo.

En todo caso, los estudios geológicos realizados estarán sujetos a que se realicen ajustes posteriores relacionados con el cambio de la normatividad técnica aplicable, o a los cambios en las condiciones físicas del corredor geotécnico asociadas a fenómenos naturales como sismos y/o fuertes periodos de lluvias que desencadenen respuestas en los suelos y rocas que generen la realización de actualizaciones en la información o actividades antrópicas que requieran de evaluación.

Dentro del alcance de esta etapa se busca proporcionar datos suficientes que permitan que la información entregada tenga un nivel de detalle de 90 a 100%:

- Realizar el informe del marco geológico - estructural y geomorfológico del corredor geotécnico basado en los resultados de los estudios anteriores e integrados en la etapa de campo, con dichos datos formular los mapas regionales y de detalle, para lo cual se utilizará fotointerpretación, análisis de sensores remotos, exploración geotécnica y geofísica.

- Realizar el análisis de las unidades de geología para la ingeniería (UGI) de acuerdo con su homogeneidad, propiedades físicas y mecánicas de las rocas y los suelos, las características del relieve y los procesos geodinámicos actuales presentes en el corredor geotécnico.

- Entregar la información relacionada con los sitios críticos y en conjunto con los profesionales de las demás especialidades plantear las soluciones para los tramos altamente inestables. Proponer puntos para la exploración geotécnica requerida para caracterizar los sitios críticos, fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, sitios de ponteaderos, entre otros.

- Realizar el estudio de túneles a una escala 1: 1.000 y realizar el mejoramiento de la información desde las características geológicas que presenta la zona con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.
- Realizar el estudio geológico para las fuentes de materiales de construcción a escala 1: 2.000, los cuales deben cumplir las normas de calidad, a menor costo y acorde con la viabilidad ambiental.
- Realizar los estudios de detalle de los taludes que se hayan estimado necesarios para las explanaciones, fundación de los terraplenes, estabilidad para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo.
- Realizar los estudios necesarios para las zonas de disposición de material sobrante y el manejo de estos de acuerdo con lo estipulado en el EIA y estimar el costo por los movimientos de tierras en conjunto con el geotecnista.

Entregar las recomendaciones necesarias que permitan mejoras al proyecto desde el punto de vista geométrico acorde con las condiciones geológicas y geomorfológicas más favorables para realizar los cortes, en concordancia con las amenazas y riesgos evaluados.

2. METODOLOGÍA

El consultor o la entidad describirán la metodología utilizada en los estudios, la cual deberá ser coherente con la búsqueda del mejoramiento en la vía actual.

En el estudio se tendrán en cuenta las condiciones geológicas, hidrogeológicas y estratigráficas por tramos sobre el corredor geotécnico del proyecto.

Durante esta etapa se realizarán las actividades de campo suficientes para verificar, comprobar o mejorar la información de sitios críticos, ponteaderos, túneles. En su mayoría los datos deben provenir de las fases anteriores.

Para las actividades que se adelanten se seguirá la siguiente metodología:

Reconocimiento inicial de la vía actual y de los tramos de vía nueva que se van a intervenir para el mejoramiento.

Se debe recopilar **información secundaria** que permita reconocer rasgos litológicos, geomorfológicos y estructurales para ser usados en el análisis regional y realizar la búsqueda de la información asociada a la construcción de la vía que en el momento se quiere mejorar.

Se debe realizar la **Fotointerpretación** de las imágenes a nivel regional, que contengan los trazados posibles a ser evaluados, se identifican los elementos geomorfológicos, y con base en los sensores remotos disponibles en el área de estudio y/o a partir del modelo digital de elevación (DEM), modelo digital de terreno (MDT), definiéndose las alturas relativas (índice de relieve) y la pendiente del terreno, información importante para ir delimitando las áreas que presentan formas y características homogéneas.

Etapa de campo o verificación en campo de los rasgos geológico – estructurales observados en el proceso anterior, delimitación de zonas homogéneas y producción de mapas de orden regional y de detalle. Se lleva a cabo mediante la determinación litológica en algunos afloramientos seleccionados, se corroboran y mapean los elementos geomorfológicos en cuanto a morfogénesis, morfología, morfodinámica y morfometría.

Para el caso de los **ponteaderos** se hace necesaria una fotointerpretación multitemporal de rasgos morfológicos y morfométricos del comportamiento dinámico del río o las quebradas en los sectores de interés por un espacio de tiempo mayor a 30 años. Se deberán definir los procesos. Además, se identifican y delimitan los sitios críticos.

Durante la etapa de campo se debe verificar los **sitios críticos** definidos durante la fotointerpretación para establecer aquellos que afectan la zona de estudio. Consolidando el catálogo histórico y un registro de los actuales movimientos mediante información levantada en campo y con el uso de imágenes de sensores remotos de resolución adecuada.

Elaboración de los mapas a partir de la cartografía básica, el modelo digital de elevación (DEM), modelo digital de terreno (MDT), los sensores remotos y la recolección sistemática de datos en campo.

Finalmente, se prepara una **síntesis de los resultados o informe geológico** con los documentos de trabajo, cartográficos y fotográficos interpretados.

3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

Para elaborar el Volumen Geología se deben contemplar los siguientes insumos para la elaboración del estudio:

- Imágenes de satélite (Lidar, rapideye, entre otras).
- Fotografías aéreas.
- Exploración de campo.
- Exploración del subsuelo.
- Información geofísica.
- Imágenes de landsat de las últimas versiones 6-7-8.
- Imágenes SPOT últimas versiones 5-6.
- Plataforma EROS.

3.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA:

Incluye información del Servicio Geológico Colombiano (SGC), el IDEAM, IGAC, INVEMAR, Corporaciones Autónomas, Universidades, entre otras entidades, que permita alimentar con datos un análisis de orden regional.

3.2 FOTOINTERPRETACIÓN:

El uso de esta herramienta permite la selección de alternativas viales, la localización de materiales de construcción, y permite identificar las zonas de interés que luego deberán ser corroboradas en campo. Esta fase es de vital importancia en zonas con accesos limitados porque permite identificar las zonas de interés.

Se deben consultar las mayores fuentes de datos posibles como el IDEAM, IGAC para realizar análisis multitemporales, las imágenes y/o fotografías aéreas deben corresponder a periodos de tiempo de treinta años o más, que faciliten el monitoreo, análisis y evaluación de los cambios que se han presentado en el territorio, mediante técnicas de procesamiento digital de imágenes y fotointerpretación.

En el caso de los ponteaderos y los sitios críticos se hace necesaria una fotointerpretación multitemporal de rasgos morfodinámicos y morfométricos del comportamiento dinámico del río o las quebradas en los sectores de interés escogidos para la construcción de puentes o zonas inestables, de igual forma se deben realizar análisis multitemporales en zonas afectadas por erosión costera.

Se debe realizar el modelo digital de terreno (MDT) y el modelo digital de elevación (DEM), con la información a partir de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar y caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo.

Se debe generar un mapa fotogeológico del corredor geotécnico definido con sus unidades litológicas, elementos geomorfológicos, estructuras, cobertura de la tierra y sitios críticos.

3.3 ESTUDIO DEL CORREDOR GEOTÉCNICO

En esta fase el geólogo determinará el área de estudio que debe ser incluida en el corredor geotécnico (no se debe realizar un buffer), ya que algunos de los tramos que se van a mejorar en la vía serán pequeños y otros lo suficientemente extensos como para generar análisis por separado, de acuerdo con su geomorfología, pendientes, tipo de roca o suelo, entre otros.

El Corredor geotécnico como lo promueve el INVÍAS corresponde a ¨la unidad de análisis del Riesgo de su infraestructura de transporte, y en este sentido, la coordinación interinstitucional con el territorio y las autoridades municipales, departamentales y regionales cobran una importante dimensión. Se parte de los instrumentos de planificación, sistemas de información y mecanismos de financiación con los que cuenta el territorio para contribuir de acuerdo con las competencias propias del Sector en la planificación, construcción y operación de una infraestructura de transporte en armonía con el territorio a través de la inclusión de los procesos de Gestión del Riesgo de manera gradual acorde a la política pública¨ (INVÍAS, 2020).

Se debe elaborar un mapa geológico y geomorfológico a escala 1: 2.000 a partir de los datos recolectados a nivel de afloramiento, sobre mapas topográficos con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, estructuras, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, localización de fuentes de agua o manantiales y demás características. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado y a las zonas de interés definidas mediante la fotointerpretación.

Se harán apiques y trincheras, sondeos eléctricos verticales, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar, y perforaciones corazonadas, para investigar en detalle el subsuelo en algunos lugares.

Se harán las descripciones geológicas detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca. Los cortes geológicos necesarios, longitudinales y transversales del corredor, a escala 1: 2.000, integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

Para el Perfil Estratigráfico, las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema de clasificación de suelos (USC) y las rocas se describirán incluyendo identificación, grado de fracturamiento y demás información útil desde el punto de vista de ingeniería, condensándola en perfiles estratigráficos.

Las estaciones de campo deberán ser georreferenciados en el origen nacional en cumplimiento de la Resolución 471 de 2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi por el que se establece un sistema de proyección cartográfico con un único origen para Colombia.

Posteriormente con base en el estudio geológico y teniendo en cuenta aspectos como pendientes del terreno, hidrología, uso del suelo, se determinarán zonas homogéneas que permitan definir modelos geológicos - geotécnicos preliminares a lo largo de los corredores, esas zonas homogéneas o de Unidades de Geología para la Ingeniería (UGI) se caracterizarán a escala 1: 2.000.

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo, como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles que por licuación o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la estructura, se indicará su ubicación y se darán recomendaciones específicas sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular, con el objetivo de mitigar riesgos y evitar futuros colapsos.

Se realizarán perfiles estratigráficos de las principales unidades que se presentan en el corredor geotécnico, a partir de la información recolectada en los afloramientos, apiques, trincheras, sondeos de suelo y roca.

3.4 ESTUDIO DE LOS PONTEADEROS

Para el estudio de los ponteaderos se debe contar con los mapas de la geología y geomorfología regional, preparados con base en fotogeología y control de campo. A partir de la información recolectada se busca reunir información acerca de la evolución del río o quebrada y sus actuales tendencias de dinámica fluvial, de ser necesario durante el desarrollo de esta fase se puede complementar con nueva información de sensores remotos que permitan ampliar el rango de análisis multitemporal.

Se realizarán las descripciones geológicas detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras, corazones de suelo y roca de las perforaciones. Para ampliar la investigación del subsuelo se pueden realizar sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georradar y perforaciones corazonadas.

El informe y mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento con la localización de estaciones apoyado en el levantamiento topográfico, que contenga unidades litológicas, elementos estructurales (tanto antiguos como recientes antiguos y recientes relacionadas con plegamiento, discordancias y fallas), orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características.

La resistencia de suelos y se determinará mediante pruebas in situ y ensayos de laboratorio; en el caso de las rocas se determinará mediante diversos métodos como el RMR propuesto por Bieniaswski, (RMR), el GSI y el Q de Barton, se recomienda el uso de los formatos de recolección de información de caracterización del macizo rocoso del Servicio Geológico Colombiano de 2016.

Durante esta fase se realizará la recolección de datos de campo partiendo de la información de las fases anteriores, de la fotointerpretación y el análisis de imágenes. Los datos de campo se recolectarán de forma ordenada y organizada de forma que permita un adecuado análisis de la información sobre la condición estratigráfica, rasgos estructurales, ubicación, condiciones geomecánicas y se deberán georreferenciar en el origen nacional en cumplimiento de la Resolución 471 de 2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi por ser el que establece un sistema de proyección cartográfico de único origen para Colombia.

Posteriormente, se realiza un mapa de geología para ingeniería el cual es un tipo de mapa geológico que muestra información sobre la distribución y propiedades físicas y mecánicas de

las rocas y los suelos, cobertura de la tierra, el agua subterránea, las características del relieve y los procesos geodinámicos actuales, que son considerados los componentes básicos del ambiente geológico, de suma importancia en estudios de geología aplicada a la ingeniería.

Caracterización de materiales

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVÍAS vigentes a la fecha de los diseños. Para las pruebas no contempladas en las anteriores normas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este mismo orden.

Se debe entregar un informe sobre la descripción del tipo de perforaciones, apiques, exploración geofísica o ensayos realizados, su localización y abscisado, número, profundidad y resultados. No se limita el número de ensayos, lo importante es obtener toda la información necesaria para lograr el conocimiento geotécnico y geológico de la zona de influencia y con especial interés en los sitios escogidos para los ponteaderos.

El número y tamaño de las muestras y tipo de ensayo, deberá ser suficiente para determinar la clasificación de suelos, geología y geotecnia, las muestras tomadas serán representativas de las características existentes a lo largo del corredor en estudio.

Se complementará la exploración mediante sondeos geofísicos, empleando sísmica de refracción, MASW y sondeos geoeléctricos, con el objeto de tener una geología detallada en estos sitios.

Se deben presentar los planos y memorias descritas anteriormente, con las características físicas del suelo, geología y geotecnia y con los resultados, incluyendo una propuesta de recomendaciones constructivas y riesgos evidenciados.

Se presentarán 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, durante la estructuración y ejecución del Proyecto.

La información que se obtenga de esta etapa deberá ser incluida en el Volumen geotécnico, hidrogeológico, riesgos, sostenibilidad, la estimación de costos y evaluación económica del proyecto.

3.5 ESTUDIO DE PUNTOS CRÍTICOS Y ZONAS INESTABLES

En esta etapa se recolectará información del Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA del Servicio Geológico Colombiano. El geólogo efectuará la fotointerpretación y a partir de allí realizará la selección de algunos sitios de interés para hacer el levantamiento de información a escala 1:2.000 o 1:1.000 del corredor geotécnico, se utilizarán o modificarán los indicados para movimientos en masa por el Servicio Geológico Colombiano en su Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo del año 2016.

Se realizarán las descripciones geológicas detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras, corazones de suelo y roca de las perforaciones. Para ampliar la investigación del subsuelo se pueden realizar sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar y perforaciones corazonadas.

El informe y mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento con la localización de estaciones apoyado en el levantamiento topográfico, que contenga unidades litológicas, elementos estructurales (tanto antiguos como recientes antiguos y recientes relacionadas con plegamiento, discordancias y fallas), orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características.

Se hará un inventario de movimientos en masa en el corredor (activo e inactivo). Así mismo, se realizará a la escala indicada un mapa con los elementos geomorfológicos en la zona directa de afectación, como un insumo fundamental para la siguiente fase de estudios, en la cual se llevará a cabo el diseño de la solución requerida.

Las estaciones de campo deberán ser georreferenciados en el origen nacional en cumplimiento de la Resolución 471 de 2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi por el que se establece un sistema de proyección cartográfico con un único origen para Colombia.

De este proceso se realizará un informe y los mapas correspondientes a sitios inestables o críticos que alimentará el Volumen de geología.

Se debe presentar un mapa de caracterización de zonas inestables y de zonas de riesgos a lo largo del corredor, identificando históricamente y la situación actual, de los posibles riesgos geotécnicos y geológicos sobre el proyecto. Además, se debe establecer las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad e identificar el problema de tal forma que se pueda conocer su mecanismo de falla, los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad.

Caracterización de materiales

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVÍAS vigentes a la fecha de los diseños. Para las pruebas no contempladas en las anteriores normas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este mismo orden.

Se debe entregar un informe sobre la descripción del tipo de perforaciones, apiques, exploración geofísica o ensayos realizados, su localización y abscisado, número, profundidad y resultados. No se limita el número de ensayos, lo importante es obtener toda la información necesaria para lograr el conocimiento geotécnico y geológico de la zona de influencia y con especial interés e información más detallada, en los sitios críticos del corredor.

El número y tamaño de las muestras y tipo de ensayo, deberá ser suficiente para determinar la clasificación de suelos, geología y geotecnia, las muestras tomadas serán representativas de las características existentes a lo largo del corredor en estudio.

Para los sitios inestables, deberá realizar por lo menos cuatro perforaciones mecánicas en cada sitio inestable, las cuales deberán llevarse a profundidades tales que permitan precisar la posición de la superficie de falla, o espesores de las capas de suelos involucradas en los movimientos, los materiales presentes y posición de niveles de roca o suelos competentes y la localización de los niveles freáticos.

Se complementará la exploración mediante sondeos geofísicos, empleando sísmica de refracción y sondeos geoeléctricos, con el objeto de tener una geología detallada en estos sitios.

Se deben presentar los planos y memorias descritas anteriormente, con las características físicas del suelo, geología y geotecnia y con los resultados del diseño para concesión del pavimento, de estabilidad de taludes y cimentaciones. Incluyendo una propuesta de recomendaciones constructivas y riesgos evidenciados.

Se presentarán 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, durante la estructuración y ejecución del Proyecto.

La información que se obtenga de esta etapa deberá ser incluida en el Volumen geotécnico, hidrogeológico, riesgos, sostenibilidad, la estimación de costos y evaluación económica del proyecto.

3.6 ESTUDIO GEOLÓGICO DE DETALLE PARA TÚNELES

Con respecto a la geología de Túneles en los estudios y diseños de mejoramiento se incluyen los aspectos referentes a perfeccionar el trazado de la vía antigua a partir de este tipo de estructura. Se enuncian algunas de las actividades que se deberán desarrollar; en todo caso, el estudio geológico deberá cumplir con los requisitos establecidos por INVÍAS en el Manual de Túneles.

La evaluación geológica del túnel debe considerar la información previa de otros estudios, la fotointerpretación y análisis de sensores remotos, la realización de una campaña geológica que incluya el mapeo a escala 1:1.000 con énfasis especial en los sitios más relevantes como las zonas de portales y bocas de pozo o ventanas de construcción, zonas de disposición de sobrantes.

Con base en un levantamiento geológico, geomorfológico e hidrogeológico, se deberá elaborar y desarrollar una campaña geotécnica preliminar que servirá para corroborar un modelo geológico e hidrogeológico y un modelo geotécnico preliminar que incluya perforaciones y, ensayos *in situ* y laboratorio, así como investigaciones geofísicas como líneas sísmicas, sondeos eléctricos verticales, entre otros.

La principal finalidad de estos estudios es analizar detalladamente las características técnicas de (l/los) túnel(es) y el comportamiento geológico del macizo rocoso donde se emplazará, con la finalidad de obtener un nivel de información en los anteriores aspectos, que permita durante la estructuración del contrato de concesión, que se logren asignar y administrar de la mejor manera los riesgos técnicos y geológicos asociados a los procesos constructivos del/los túneles(es) requerido(s).

En esta etapa se deberá desarrollar un modelo de la estructura geológica del terreno, una caracterización del macizo rocoso, una estimación del comportamiento de los diferentes tipos de terreno, una distribución geotécnica preliminar, una estimación del comportamiento de la interacción soporte – terreno y un análisis de riesgo geotécnico asociado al método de construcción. Para la elaboración de este modelo se debe trabajar de la mano con los especialistas en hidrogeología y geotecnia.

Por último, se realiza el análisis de la información y se genera el informe geológico para túnel y los mapas con la información requerida sobre los tramos de los túneles.

3.7 ESTUDIO GEOLÓGICO DE FUENTES DE MATERIALES

Los estudios relacionados en este capítulo hacen referencia a la localización, selección, y cubicación de fuentes potenciales de materiales para la construcción de la estructura del pavimento, concretos estructurales, terraplenes, pedraplenes y otros usos, y al acopio de información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes, teniendo en cuenta los criterios y requisitos establecidos en el componente ambiental del estudio para esta fase.

Se harán mapas geológicos a escala 1:2.000 de cada fuente potencial de materiales de construcción apoyado en la información topográfica. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litoestratigráficas, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, y resistencia de los suelos y rocas.

La resistencia de suelos y se determinará mediante pruebas in situ y ensayos de laboratorio; en el caso de las rocas se determinará mediante diversos métodos como el RMR propuesto por Bieniaswski, (RMR), se recomienda el uso de los formatos de recolección de información de caracterización del macizo rocoso del Servicio Geológico Colombiano de 2016.

Las estaciones de campo deberán ser georreferenciados en el origen nacional en cumplimiento de la Resolución 471 de 2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi por el que se establece un sistema de proyección cartográfico con un único origen para Colombia.

Se deberán realizar las excavaciones necesarias por medio de apiques, trincheras, y perforaciones corazonadas para determinar los espesores disponibles de materiales y obtener las muestras representativas. Se prepararán columnas estratigráficas de las diversas unidades. Se harán cortes geológicos verticales. Se harán las descripciones detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones.

El informe y mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento con la localización de estaciones apoyado en el levantamiento topográfico, que contenga unidades litológicas, elementos estructurales (tanto antiguos como recientes, relacionadas con plegamiento, discordancias y fallas), orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características.

La información que se obtenga de esta etapa deberá ser incluida en el Volumen ambiental, geotecnia, hidrogeología, riesgos, sostenibilidad, la estimación de costos y evaluación económica del proyecto.

Cálculo de recursos y reservas

Se denomina recurso de materiales de construcción a una cantidad de roca o de arena o grava natural que pueda ser empleada en la construcción de la estructura del pavimento, concreto estructural, terraplenes y pedraplenes, para obras de ingeniería. Se entienden por reservas la porción de los recursos identificados que pueden ser explotables económica y legalmente.

Las reservas se clasifican de acuerdo con el grado de certeza geológica sobre su existencia, en reservas posibles, reservas probables y reservas probadas.

Las reservas posibles o inferidas son aquellas cuyas estimaciones cuantitativas se basan principalmente en conocimientos amplios sobre el carácter geológico del cuerpo de material, para lo cual hay pocas nuestras o mediciones, si es que las hay. Las estimaciones se basan en una continuidad o repetición hipotética de algunas evidencias geológicas como comparaciones con depósitos o yacimientos de tipo similar.

Las reservas probables o indicadas son aquellas cuyos tonelajes se calculan en parte por medio de mediciones, y en parte con base en proyecciones a distancias razonables según los indicios geológicos. En este caso, los sitios disponibles para inspección, medición y toma de muestras están demasiado espaciados o son inadecuados para poder delimitar plenamente los cuerpos de materiales pétreos. Las reservas probadas o medidas son aquellas cuyo tonelaje se ha calculado utilizando las dimensiones que se aprecian en afloramientos, trincheras, labores mineras y perforaciones. Los lugares de inspección, muestreo y medición se espacian con tal proximidad que el carácter geológico del cuerpo se define con exactitud.

Se calcularán los volúmenes de recursos y reservas de materiales, con el mapa y cortes geológicos verticales en serie; y se estimará una clasificación preliminar de los materiales para construcción de la estructura del pavimento, concretos estructurales, terraplenes, pedraplenes y otros usos.

Además, se deberá realizar un análisis sobre los permisos ante las autoridades ambientales, mineras y territoriales necesarios para la aprobación de las zonas, identificando los criterios y requisitos de dichas autoridades.

Se debe realizar un análisis de cada fuente de materiales con los siguientes datos básicos:

- Nombre del predio.
- Propietario del predio.
- Título Minero.
- Área del Título minero.
- Área del predio.
- Municipio, y concesión minera si Ubicación general de la fuente de material en la zona del proyecto y localización detallada en un mapa a escala.
- Cortes geológicos.
- Si está o no en explotación.
- Maquinaria y equipos.
- Productos y precios.

Se debe definir el acceso a la fuente, el estado y características de este y la distancia por carretera al Proyecto. La información que se obtenga de esta etapa deberá ser incluida en el Volumen ambiental, Riesgos, Sostenibilidad, la estimación de costos y evaluación económica del proyecto.

3.8 ESTUDIO DE LAS ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES

Se realizará el estudio geológico a escala 1:1.000 de cada zona de disposición de sobrantes, presentará un plano detallado con la localización de las zonas de disposición de sobrantes estudiadas en el corredor seleccionado, con su distancia al proyecto y la estimación preliminar del volumen de cada una de ellas.

Para tal efecto, será necesario adelantar visitas a los sitios identificados en la fotointerpretación como zonas de disposición de sobrantes.

Con base en información secundaria, recolección de información de campo de tipo técnica, ambiental y geotécnica, debe realizar el análisis sobre las posibles alternativas, localización, georreferenciación, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de la vía, zonas de préstamos, así como zonas de botaderos para la disposición de material sobrante.

Además, se deberá realizar un análisis sobre los permisos ante las autoridades ambientales, mineras y territoriales necesarios para la aprobación de las zonas, identificando los criterios y requisitos de dichas autoridades.

Se debe realizar el diseño para concesión de las zonas de disposición de sobrantes, con los siguientes datos básicos:

- Nombre del predio.
- Propietario del predio.
- Título Minero.
- Área del predio.
- Localización general y detallada en un mapa a escala.
- Precios.

Se debe definir el acceso a las ZODMES, características importantes y la distancia por carretera al sitio.
La información que se obtenga de esta etapa deberá ser incluida en el Volumen ambiental, Riesgos, Sostenibilidad, la estimación de costos y evaluación económica del proyecto.

3.9 ESTUDIO DE LAS AMENAZAS GEOLÓGICAS DEL CORREDOR GEOTÉCNICO

Durante esta fase se recolectará información secundaria de los estudios desarrollados por entidades competentes para el tema como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), El IDEAM, INVEMAR, la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo (UNGRD), las Corporaciones Autónomas, Universidades, entre otras; sobre la posible ubicación y severidad de fenómenos naturales como inundaciones, incendios, sismicidad, movimientos en masa y sobre su probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y un área determinada; acompañada de información primaria recolectada durante la etapa de fotointerpretación y campo que permitan realizar el análisis de información a partir de la caracterización y zonificación para cada uno de las amenazas dentro del área del corredor geotécnico.

Estos estudios se basan en gran medida, en información científica ya existente incluyendo mapas geológicos, geomorfológicos y mapas de cobertura de la tierra, datos climáticos e hidrológicos, y mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes de satélite.

Para el caso de la amenaza por los movimientos en masa se alimentará con la información con los puntos o sitios críticos evaluados anteriormente y se generarán los mapas correspondientes siguiendo la metodología que propone el Servicio Geológico colombiano en la Guía metodológica de 2016.

La información que se obtenga de esta etapa deberá ser incluida en el Volumen Geología y servirá como insumo a los capítulos de Riesgos, Sostenibilidad, la estimación de costos y evaluación económica del proyecto.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá formular conclusiones que se relacionen con los objetivos enunciados, la base teórica y el diagnóstico. En este apartado se busca sintetizar brevemente los puntos más relevantes:

- Conocer las condiciones geológicas estructurales a nivel de afloramiento, definir la información extraída del modelo digital y del procesamiento de las imágenes.
- Delimitar los componentes geomorfológicos usados para la homogenización de las unidades.
- Complementar el estudio geológico para las fuentes de materiales de construcción.
- Recopilar y revisar la información del subsuelo.
- Definir las condiciones de los taludes que se hayan estimado necesarios para las explanaciones, fundación de los terraplenes y la estabilidad para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo.

- Ser un insumo fundamental para la actuación de otros especialistas indispensables en los estudios y diseños requeridos para un proyecto vial.
- Se deberán entregar dejar explícitamente las recomendaciones durante la siguiente fase de estudio.

Así como las recomendaciones correspondientes a los aspectos tratados y aquellas que deban ser tenidas en consideración durante la fase de construcción.

5. ANEXOS

Se deberá organizar en medio digital toda la información producida y referenciar la información secundaria que se haya utilizado. De igual manera, se deberá clasificar para fácil consulta, tanto por parte del Interventor y/o del INVÍAS, como por cualquier otra persona que se encuentre interesada en acceder a dicha información.

El consultor deberá elaborar los planos a la escala indicada e informes requeridos para el proyecto, considerando como mínimo los siguientes:

APARTADO	Mejoramiento
GEOLOGÍA GENERAL	1: 2000
GEOMORFOLOGÍA GENERAL	1: 2000
UNIDADES DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA	1: 1000
TÚNELES	1: 1000
PONTEADEROS	1: 1000
SITIOS CRITICOS Y ZONAS INESTABLES	1: 1000
FUENTE DE MATERIALES	1: 1000
ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES	1: 1000
CORTES GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS	1: 2000, 1: 1000 o 1:500
ESTUDIO DE AMENAZA	1: 2000

Productos generados para el corredor geotécnico:

Informe Geológico para Ingeniería escala1:2000

- Mapa fotogeológico regional del área de estudio escala 1:2000.
- Mapa geológico estructural y geomorfológico regional escala 1:2000.
- Perfil geológico y geomorfológico.
- Mapa geológico local que contenga la representación gráfica de fallas, diaclasas y demás estructuras importantes a escala 1:2000.
- Mapa de estaciones de campo (afloramientos) a escala 1:2000.
- Modelo digital de terreno (MDT) a la escala requerida 1:2000.
- modelo digital de elevación (DEM) a la escala requerida 1:2000.
- Mapa de cobertura de la tierra (Se sugiere el uso de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, 2010).

- Mapa de localización de Apiques y Trincheras, Perforaciones, Sondeos Eléctricos, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georradar realizados para la investigación del corredor a nivel general.
- Registro de Apiques y Trincheras realizados para la investigación del corredor a nivel general.
- Registro de Sondeos Eléctricos, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georradar realizados para la investigación del corredor a nivel general.
- Registro de Perforaciones realizado para la investigación del corredor a nivel general.
- Mapa Geotécnico de Unidades geológicas para ingeniería (Unidades Homogéneas de terreno) del corredor geotécnico a escala 1:2.000.
- Caracterización de materiales.
- Conclusiones y recomendaciones.

Productos generados para los ponteaderos escala 1:1000

- Informe Geológico para los ponteaderos.
- Mapa de localización y Registro de Apiques y Trincheras para ponteaderos.
- Mapa de localización y Registro de la exploración geofísica.
- Mapa de localización y Registro de la exploración del subsuelo para ponteaderos.
- Caracterización de materiales.
- Conclusiones y recomendaciones.

Productos generados para los puntos críticos y zonas inestables:

- Informe Geológico para de cada uno de los sitios críticos y zonas inestables y mapa de localización a escala 1:1000.
- Mapa geológico local de cada una de los sitios críticos con sus respectivos perfiles y cortes a escala de detalle.
- Caracterización de materiales.
- Conclusiones y recomendaciones.

Productos generados para las fuentes de Materiales:

- Informe geológico de las fuentes de materiales presentes en el corredor.
- Mapa de localización de las fuentes de Materiales.
- Mapa geológico de las fuentes de Materiales a escala 1:1000.
- Mapa geomorfológico de las fuentes de Materiales a escala 1:1000.
- Caracterización de materiales.
- Condición morfológica actual a escala 1:1000
- Condición morfológica futura una vez terminadas las actividades a escala 1:1000
- Conclusiones y recomendaciones.

Productos generados para las zonas de disposición de sobrantes:

- Informe geológico para las amenazas geológicas presentes en el corredor.
- Mapa geológico de las zonas de disposición de sobrantes a escala 1:1000.
- Mapa geomorfológico de las zonas de disposición de sobrantes a escala 1:1000.
- Mapa de zonas de disposición de sobrantes a escala 1:1000.
- Caracterización de materiales.
- Condición morfológica actual a escala 1:1000
- Condición morfológica futura una vez terminadas las actividades a escala 1:1000.
- Conclusiones y recomendaciones.

Productos generados para amenazas geológicas:

- Informe geológico para las amenazas geológicas presentes en el corredor.
- Mapa de cobertura de la tierra (Se sugiere el uso de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, 2010).
- Mapas de amenazas geológicas del corredor geotécnico a escala 1:2000.
- Caracterización de materiales.
- Conclusiones y recomendaciones.

Productos generados para túneles:

- Informe geológico para túneles (que contenga recopilación y análisis de la información geológica básica de referencia existente, la fotointerpretación geológica y geomorfológica, con su verificación de campo).
- Levantamientos geológicos de los portales, brocales y levantamiento de información estructural complementaria.
- Marco geológico regional y geomorfológico (esta información hace parte de los primeros productos del corredor geotécnico, pero en este capítulo se hace énfasis en el tramo de los túneles).
- Estratigrafía de las unidades geológicas afloran en el tramo de los túneles.
- Geología estructural en el tramo de los túneles.
- Condiciones geológicas esperadas en la excavación del túnel.
- Geología de los portales.
- Geología de los pozos de ventilación.
- Estimación de los parámetros geomecánicos del macizo rocoso.
- Mapa de localización de la exploración geotécnica realizada para túneles.
- Mapa de localización de la exploración geofísica realizada para túneles.
- Análisis de los registros geotécnicos y de instrumentación obtenidos con información secundaria en caso de existir.
- Resultados de ensayos de laboratorio e in-situ. (estos se realizarán mínimo en la zona de portales por medio de sondeos de exploración con recuperación de muestras; y a criterio del originador, por medio de la realización de núcleos de

perforación con la finalidad que sea suficiente para lograr el conocimiento geológico del macizo rocoso).
- Conclusiones y recomendaciones.

Y demás documentos adicionales requeridos por el INVÍAS para el Volumen Estudio geológico.

2.3 VOLUMEN III ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.

Los estudios de estabilidad y estabilización, incluye particularmente los aspectos referentes a determinar las condiciones geotécnicas y de estabilidad de los taludes, terraplenes, zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES), fuentes de materiales y puntos críticos identificados en el corredor seleccionado; y de manera general, deberán ejecutarse con estos términos mínimos de referencia, cuyo alcance y metodología se describen en los siguientes capítulos de este documento.

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES.
CAPITULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.
CAPITULO 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.
CAPITULO 4. TRABAJOS DE CAMPO.
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO
CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, PUNTOS CRÍTICOS, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVACIÓN Y SOBRANTES (ZODMES).
CAPÍTULO 7. FUENTES DE MATERIALES.
CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
ANEXOS DEL VOLUMEN.

El informe final del Estudio de Estabilidad y Estabilización deberá organizarse por capítulos que contengan la descripción de las actividades realizadas con sus correspondientes memorias y conclusiones.

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

OBJETIVO

Realizar los prediseños de los taludes de corte y terraplenes, puntos críticos y las zonas de disposición de sobrantes (ZODMES), junto con sus obras de estabilización y mejora identificados en el corredor seleccionado. Además, identificación de amenazas y definición del riesgo y definir las condiciones geotécnicas para las fuentes de materiales. Para lograr este objetivo se requiere realizar recopilación de información existente, visita técnica al sitio, exploración de subsuelo (directa e indirecta), ensayos de laboratorio, análisis de estabilidad y generar zonas homogéneas geotécnicas para el proyecto. Delimitar el corredor geotécnico seleccionado en la Fase I a partir de la información primaria tomada en la Fase II.

ALCANCE

Con base a los resultados del estudio de geología, geomorfología e hidrogeología, se deberá:

- Realizar revisión de información disponible parar el proyecto y especialmente de la generada en la Fase I del proyecto. (Si la hubiere)
- Realizar visitas técnicas a todo el corredor en estudio de tal manera que se cuente con información correspondientes a áreas de corte y relleno, áreas inestables, zonas propensas a presentar actividad dinámica, dispersión y licuación, áreas con posibles capacidades portantes bajas, áreas con asentamientos y deformaciones altas e información que permita afinar la zonificación geotécnica realizada en fases previas.
- Realizar exploración de subsuelo directa e indirecta a lo largo del trazado de la vía. Sobre las muestras obtenidas se realizan ensayos de laboratorio. Para taludes inestables como mínimo (una) 1 perforación en corona y (una) 1 perforación en el pie, sitios críticos como mínimo dos (2) perforaciones en sentido transversal al eje de la vía. En los ZODMES, mínimo dos (2) perforaciones y para fuentes de materiales, una (1) perforación. La profundidad de la exploración debe ser definida por geología y geotecnia en conjunto, ajustada y complementada con exploración indirecta.
- Proponer plan de monitoreo e instrumentación geotécnicos para identificar y evaluar la dinámica de las áreas implicadas en el proyecto. (las perforaciones servirán como puntos de instrumentación y referencia).
- Identificar amenazas y riesgos del área implicada y sus entornos en especial el área involucrada del corredor geotécnico, sectores aledaños a los apoyos y a la estructura proyectada que puedan afectarla en su vida útil.
- Establecer las características geomecánicas de los suelos y rocas para la definición de los taludes de corte, terraplenes, zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES) y fuentes de materiales. Se deberá realizar caracterización geomecánica y definición de calidad de los macizos rocosos, orientación del fracturamiento, relleno, tipo y falla probable, condición de drenaje, dentro del corredor geotécnico y presentar el detalle del perfil estratigráfico.
- Determinar las recomendaciones y obras requeridas para estabilidad referente a: taludes de corte, cimentación de terraplenes, zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES) y fuentes de materiales.
- Plantear propuestas y alternativas de solución para la atención de zonas en estudio; recomendando las obras de estabilización necesarias que aseguren condiciones de estabilidad, sostenibilidad y operación del corredor.
- Condiciones de estabilidad y comportamiento del terreno, dentro del corredor geotécnico de la alternativa seleccionada, con caracterización y generación del mapa de unidades geológicas para ingeniera (UGI) y el de unidades geotécnicas homogéneas a escala (UGH) 1:10000.

Dentro de las actividades se requiere realizar reconocimiento de campo del corredor seleccionado para validar las condiciones de cada uno de los aspectos de interés. Dar el aporte requerido para el diseño geométrico del eje de la vía en planta, perfil y sección transversal.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

El Consultor debe presentar la metodología para el desarrollo del Estudio, documento que se deberá entregar a la Interventoría para su aprobación y detallando la información secundaria y primaria que soportará el estudio, los trabajos de campo, los procedimientos empleados para la obtención de los parámetros geomecánicos de los materiales (exploración directa e indirecta y ensayos de laboratorio), las metodologías empleadas para los cálculos geotécnicos y los criterios tenidos en cuenta en la elaboración de los estudios de Fase II (para la definición y propuesta de obras). Se recomienda seguir la metodología del **Manual de taludes del INVÍAS** vigente para realizar todas las labores del volumen.

Es importante tener en cuenta que las metodologías para estudios y diseños de proyectos viales imponen la necesidad de efectuar retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas, que intervienen en el diseño integral de un proyecto. Solo esta intercomunicación oportuna durante el período de análisis permite la juiciosa validación y consistencia de los parámetros que se adoptan en el diseño y del conjunto de variables que se derivan.

Dentro de la metodología se debe involucrar como mínimo lo siguiente:

- Información secundaria por utilizar en el estudio. Definición del estado del arte (referencia, gestión y detalle de información secundaria, involucrando información recolectada en la Fase I del proyecto), tiempos y recursos utilizados en dicha labor. Se referenciará la información secundaria con la cual se inicia la consultoría y detallada la información que será consultada, definiendo las entidades involucradas, estudios asociados y los tiempos y recursos utilizados en dicha labor. Se debe involucrar la información recolectada en la Fase I del proyecto. Se aclara que la información secundaria debe ser actualizada durante la fase I del proyecto y de esta manera utilizada por parte del grupo de trabajo de geología y geotecnia.

- Visita de campo, verificación y monitoreo de las áreas de exploración, A partir de la información secundaria existente y ya analizada se definirá la agenda de la visita técnica; el número de profesionales que participará en dicha visita, los perfiles de los profesionales, objetivos de dicha visita, metodología para el registro de la información recolectada, metodología para el procesamiento de dicha información. Dentro de la visita se debe verificar la información respecto a los aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos y geotécnicos, entre los que se tiene: el tipo de suelo y roca, fracturamiento (fallas y diaclasamiento), pendientes del terreno, identificación de procesos morfodinámicos, flujo de agua superficial, flujo subsuperficial y aquellos aspectos que sean relevantes para el proyecto o para la zona en estudio. De igual manera se debe validar áreas que efectivamente tienen viabilidad para ubicar el proyecto y zonas que deben ser evitadas. Como resultado de la visita se debe identificar las áreas de amenaza alta que pueden concluir a un riesgo no mitigable, preparar la campaña de exploración de subsuelo requerida para el proyecto (directa e indirecta) y plan de monitoreo, de tal manera que está permita la caracterización del subsuelo, seguimiento de su dinámica y acciones necesarias para la Fase II del proyecto.

- Exploración de subsuelo y ensayos de laboratorio, con fundamento en la información secundaria y reconocimiento de campo se elaborará un plan de los trabajos de exploración directa e indirecta, Identificando el tipo de exploración a realizar y los ensayos de campo a realizar y los ensayos de campo a realizar. Se requiere describir en detalle la logística de ingreso de equipos, condiciones de transporte local, condiciones de mano de obra local, dificultades geográficas a salvar (cuerpos de agua, áreas de gran pendiente, etc), suministro de agua, insumos químicos, combustible, traslado y conservación de muestras. Además, definir la ubicación de los laboratorios para análisis de muestras, etc y como se conservarán las muestras de suelo obtenidas. Dependiendo de la particularidad del proyecto se deben definir la totalidad de aspectos relevantes que puedan afectar el desarrollo de los trabajos en los tiempos estipulados y bajo condiciones de seguridad; además, se generará un listado preliminar de ensayos de laboratorio a realizar para conocer propiedades índices de resistencia y deformabilidad que permitan la caracterización de suelos y rocas extraídas.

- Caracterización de suelos y rocas. a partir de la exploración directa e indirecta, mediante ensayos *in situ* y de laboratorio; cuya redundancia, correlación (información secundaria existente) y valores típicos de referencia validarán los parámetros geomecánicos de los materiales encontrados en el sitio. Se debe involucrar en la metodología para la caracterización de los suelos y rocas presentes en el sector (de acuerdo con la información secundaria existente) dando soporte a las correlaciones planteadas, correlación entre exploración de subsuelo directa e indirecta, caracterización a partir de ensayos de campo realizados y mencionar valores típicos de referencia para parámetros de suelo o roca que serán utilizados en la consultoría. Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema unificado de clasificación de suelos (USCS y AASTHO) y las muestras de roca siguiendo los procedimientos petrográficos y los establecidos para los análisis de macizo rocoso (Bieniaswski, (RMR), Romana (SMR), Hoek-Brown (GSI) o el de Barton (Q)) o la metodología que mejor correlacione el comportamiento del material existente en el área, la información debe condensarse mediante gráficos descriptivos (columnas y cortes) realizados en cada sondeo y la información recolectada en campo.

- **Análisis geotécnicos.** Se deben incluir en la metodología del proyecto diversas metodologías de cálculo y análisis que permitan la definición de los taludes de corte, terraplenes, zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES) y fuentes de materiales, junto con las respectivas obras de estabilidad y mejoramiento. Dentro de estas metodologías se debe dar prelación a las mencionadas en normatividad nacional vigente aplicable y/o manuales de diseño (en sus versiones más recientes). Estas metodologías deben ser coherentes con las condiciones de estabilidad tanto físicas como ambientales que aplique al proyecto.

- Delimitación y caracterización de las unidades geotécnicas homogéneas (UGH), obtenidas a partir de la superposición de Unidades Geológica para Ingeniera (UGI), (definidas mediante diferenciación de los materiales aflorantes (suelo y roca), definición de los espesores de suelo y las características físicas de los materiales de acuerdo con

sus propiedades mecánicas) con las unidades o subunidades geomorfológicas. Las unidades geotécnicas homogéneas (UGH) se delimitarán a escala 1:10000.

Es importante tener en cuenta que las metodologías para estudios y diseños de proyectos viales imponen la necesidad de efectuar retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas, que intervienen en el diseño integral de un proyecto. Solo esta intercomunicación oportuna durante el periodo establecido para la fase permite la juiciosa validación y consistencia de los parámetros que se adoptan en el diseño y del conjunto de variables que se deriven.

En las metodologías se deben incluir los aspectos que aporten al proyecto. Lo mencionado anteriormente corresponde con lineamientos mínimos. Lo descrito dentro de este numeral debe evaluarse para cada proyecto en particular y adicionar las actividades de relevancia que se requieran.

2.1 RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN (SECUNDARIA)

La información secundaria existente para el proyecto parte de la información generada y aportada en la Fase I del proyecto. La consultoría debe buscar información adicional correspondiente a actualización de información generada por entidades de orden nacional, local y/o por proyectos aledaños.

CAPÍTULO 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. LOCALIZACIÓN

El Consultor deberá referenciar la localización del corredor seleccionado y anexar un esquema georreferenciado de su ubicación, así como recopilar la información relacionada con los antecedentes que considere apropiados para adquirir un conocimiento general de las condiciones actuales y de los problemas de estabilidad del corredor seleccionado.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Apoyados en la visita de campo interdisciplinaria y la información disponible, se hará una descripción general del corredor (taludes, terraplenes, sitios críticos, ZODMES y fuentes de materiales), unidades geotécnicas homogéneas a escala (UGH) y de su zona de influencia.

CAPÍTULO 4. TRABAJOS DE CAMPO

Incluye todo lo relacionado con la ejecución de perforaciones realizadas e instrumentación geotécnica, su localización y abscisado, número y profundidad. En caso de realizar exploración por métodos indirectos deberá detallar el tipo y la ubicación.

Será necesario mínimo (dos) 2 sondeos por zona homogénea y una separación máxima entre sondeos de 2 Km complemento a lo anterior se podrán emplear métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, entre otros.

La definición de la ubicación de los sitios de exploración y cantidades de perforación e instrumentación (para taludes inestables como mínimo una (1) perforación en corona y una (1) perforación en el pie. En los ZODMES, mínimo dos (2) perforaciones y para fuentes de materiales, una (1) perforación deberá hacerse de manera conjunta con el desarrollo del estudio geológico, geomorfológico e hidrogeológico (las perforaciones y áreas se instrumentarán mediante la instalación de inclinómetros y piezómetros y puntos de control topográfico) complementada con investigaciones mediante métodos indirectos como sondeos geoeléctricos, líneas sísmicas, entre otros.

En cada investigación además de los métodos exploración directa e indirecta incluir ensayos de penetración estándar (SPT) cada 1.50 m y donde la consistencia de los materiales lo permitan se recuperarán muestras alteradas e inalteradas para la identificación y determinación de los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo en laboratorio.

Se deberá evaluar el uso de CPT, CPTu, presurometro, etc y tecnologías recientes en exploración directa que apliquen al proyecto y brinden información de calidad respecto a las características de los materiales del sitio.

El Consultor deberá elaborar registros detallados de las labores de perforación incluyendo: horarios y fecha de trabajo, equipo utilizado, tipo de brocas, diámetro de tubería de perforación, tubería de revestimiento, materiales encontrados, niveles de agua encontrados, rendimientos obtenidos, personal empleado, y registro de cualquier situación particular que se presente durante la operación; todos los soportes y documentación debidamente firmada. Este documento deberá ser verificado en su contenido y aprobado por la Interventoría.

En el informe del estudio geotécnico deben anexarse todos los registros de perforación, sondeos y toma de datos debidamente georreferenciados en cuanto a cotas y coordenadas.

4.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras representativas (alteradas e inalteradas) se deberán realizar los ensayos de laboratorio requeridos para la correcta caracterización de los materiales presentes y se deben realizar mediante las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVÍAS vigentes a la fecha de los diseños. Para las pruebas no contempladas en las anteriores normas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este mismo orden.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Con base en los resultados del estudio geológico geomorfológico e hidrogeológico y teniendo en cuenta aspectos como pendientes del terreno, hidrología, cobertura vegetal, uso del suelo, procesos de inestabilidad, rasgos geomorfológicos sobresalientes, estabilidad geotécnica, caracterización geomecánica de materiales, patrón del drenaje, presencia de drenajes menores

y/o mayores, divisorias de agua, surgencias, etc., se determinarán zonas homogéneas que permitan definir modelos geológicos – geotécnicos preliminares a lo largo del corredor, y las condiciones generales de los taludes, terraplenes, puntos crítico, zonas de disposición de materiales de excavación y sobrantes (ZODMES) y fuentes de materiales.

Para tal efecto será necesario: visitas técnicas del geólogo y del geotecnista al sitio del proyecto que identificarán zonas de interés geotécnico como zonas inestables, zonas anegadas, zonas que, por geología, geomorfología, hidrogeología posean condiciones de baja capacidad portante, asentamientos y deformaciones elevadas. Dentro del diagnóstico geotécnico se debe involucrar los resultados de exploración geotécnica directa, indirecta, instrumentación geotécnica de monitoreo, resultados de ensayos de campo y ensayos de laboratorio.

CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, PUNTOS CRÍTICOS, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVACIÓN Y SOBRANTES (ZODMES).

6.1. TALUDES DE CORTE

Para cada zona homogénea se definirá la inclinación de los taludes, el ancho de las bermas y la altura de estas con factores de seguridad apropiados que garanticen estabilidad.

La definición de los parámetros para los análisis de estabilidad estará basada en la información existente, exploración de subsuelo, ensayos de campo y de laboratorio. Además, las condiciones de las laderas naturales, para tal efecto se podrá validar empleando análisis de retro-cálculo de acuerdo con las condiciones observadas en campo.

Se deberán definir las obras adicionales requeridas tales como zanjas de coronación, cunetas filtros, drenes horizontales, etc., que garanticen un adecuado manejo de las aguas superficiales y subsuperficiales y las obras de contención requeridas como muros, anclajes, pernos, etc. Estructuras que garanticen la estabilidad deseada y se puedan establecer cantidades aproximadas de obras.

6.2. TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVACIÓN Y SOBRANTES (ZODMES)

Se definirán las condiciones de capacidad portante, cimentación, asentamiento y estabilidad de los terraplenes y zonas de disposición de sobrantes (ZODMES). A partir de las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas se definirá la inclinación optima de los taludes, bermas y las obras adicionales requeridas tales como obras de drenaje superficiales y subsuperficiales que garanticen la estabilidad deseada.

Para las zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES), el análisis geotécnico deberá concluir sobre la geometría de terrazas y rellenos, condiciones límites y otras consideraciones que permita garantizar estabilidad.

6.3. SITIOS CRÍTICOS

Con base en el estudio geológico, geomorfológico, hidrogeológico y la visita de campo, se deberá presentar un plano de localización y delimitación de los sitios críticos, estableciendo las posibles causas de los procesos morfodinámicos o fenómenos de inestabilidad presentes, para entender e identificar el problema de tal forma que se pueda conocer su mecanismo de falla y sus factores detonantes y/o contribuyentes a la inestabilidad.

Presentar el modelo geológico-geotécnico con la información disponible utilizando la información de campo, exploración de subsuelo, resultados de ensayos de campo y laboratorio e instrumentación geotécnica. Finalmente realizar análisis de estabilidad sin obras y con obras para condición estática y pseudoestática que permitan generar el diseño y validación de las respectivas obras de estabilización. Se debe verificar las aceleraciones sísmicas aplicables según normativa nacional.

Los análisis anteriores definirán las diferentes propuestas de solución para la atención de los sitios de inestabilidad identificados, junto con las recomendaciones de propuestas obras para estabilización definiendo preliminarmente características morfológicas y geométricas, de tal manera que permitan su diseño definitivo en la siguiente fase de estudios. Las obras de estabilización deberán garantizar las condiciones adecuadas de la estabilidad y la operación durante el periodo de diseño de la vía.

CAPÍTULO 7. FUENTES DE MATERIALES

Este capítulo se refiere a la localización, georreferenciación, selección, calidad, reservas, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de la vía, zonas de préstamos.

Adicionalmente se deberá revisar la legalidad y vigencia de permisos ante las autoridades ambientales competentes.

Se deberá incluir un plano de localización de las fuentes de materiales (escala 1:5000) donde indique la distancia al proyecto de cada una de ellas, volumen estimado y su posible utilización. Igualmente, se incluirá un diagrama claro con el plan de utilización recomendado.

Se deberá incluir el acceso a la fuente, su estado y distancia por vía terrestre al proyecto.

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá formular conclusiones que se relacionen con los objetivos enunciados, la base teórica y el diagnóstico. El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan como mínimo:

- Identificar los parámetros geomecánicos y calidad de los perfiles de suelo, roca y macizo rocoso, para análisis de estabilidad de cortes, terraplenes, zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES), rellenos, puntos críticos y fuentes de materiales sobre el corredor seleccionado.

- Ser un insumo fundamental para la actuación de otros especialistas indispensables en los estudios y diseños requeridos para un proyecto vial.
- Se deberá dejar explícitamente las recomendaciones a tener en consideración durante la siguiente fase de estudios y diseños.
- Proponer plan de monitoreo e instrumentación geotécnica.
- Se debe realizar la caracterización y delimitación de zonas homogéneas, definir zonas inestables (sitios críticos), evaluar la estabilidad de los taludes (corte y rellenos), terraplenes y zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES), fuentes de materiales y redimensionar obras de estabilización o el diseño de nuevas obras.
- Definir zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES) y las fuentes de materiales.

ANEXOS DEL VOLUMEN

Se deberá organizar en medio digital toda la información secundaria y primaria que haya sido utilizada para el desarrollo del presente Estudio. Así mismo, se deberá clasificar para fácil consulta, tanto por parte del Interventor y/o del INVÍAS, como por cualquier otra persona que se encuentre interesada en acceder a dicha información.

El Consultor deberá elaborar los planos a la escala indicada, y los informes requeridos para el proyecto, considerando como mínimo los siguientes:

- Informes de las visitas técnicas conjuntas del geólogo y geotecnista.
- Informe de estabilidad y estabilización de taludes, terraplenes, puntos críticos, zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES) y fuentes de materiales del corredor seleccionado.
- Planos generales de localización (Escala 1:10000).
- Plano de localización de sitios críticos (Escala 1:5000).
- Plano de localización de zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES) (Escala 1:10000).
- Plano de cada zona de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES) (Escala 1:5000).
- Plano de localización de fuentes de materiales (Escala 1:5.000).
- Plano de localización de obras de estabilización (Escala 1:5000).
- Planos con los diseños de las obras recomendadas y cantidades de obra, (en planta y perfil) Escala 1:500
- Plano de localización de Apiques y Trincheras, Perforaciones, Sondeos Eléctricos, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georadar, tomografías, entre otros, realizados para la investigación del corredor a nivel general. escala 1:5000).
- Registro de Apiques y Trincheras realizados para la investigación del corredor a nivel general.
- Registro de Sondeos Eléctricos, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georadar, tomografías, entre otros, realizados para la investigación del corredor a nivel general.

- Resultados de ensayos de laboratorio.
- Plano, registro y análisis de la instrumentación geotecnia. (escala 1:5000).
- Entrega de insumos conforme a escala (mapa base topográfica, geológico, geomorfológico, hidrogeológico pendientes, etc.) escala 1:500 a 1:5000.
- Planos de zonificación geotécnica (Unidades Geotécnicas Homogéneas "UGH") escala 1:10000 o mayor, con sus respectivos insumos (mapa base topográfica, geológico, geomorfológico, hidrogeológico, pendientes, etc).

2.4 VOLUMEN IV ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS

Los estudios para puentes y otras estructuras de la Fase II, incluye los aspectos referentes a: realizar reconocimiento del sector donde se implantarán las estructuras, identificación de amenazas y riesgos, estabilidad de taludes, exploración geotécnica (directa e indirecta) de los sectores de interés (incluye ensayos de campo) y de laboratorio sobre de las muestras obtenidas en resultados de la exploración, elaboración de modelo geotécnico, dimensionamiento de la cimentación, perfilamiento, obras de drenaje y obras de contención que garantice estabilidad.

Este volumen deberá contener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES.
CAPITULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.
CAPITULO 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PUENTES NUEVOS.
CAPITULO 4. TRABAJOS DE CAMPO.
CAPITULO 5. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN.
CAPITULO 6. ANÁLISIS GEOTÉCNICO.
CAPITULO 7. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO.
CAPITULO 8. OBRAS COMPLEMENTARIAS.
CAPITULO 9. CONCLUSIONES.
CAPITULO 10. RECOMENDACIONES PARA FASE III.
ANEXOS DEL VOLUMEN.

El informe final deberá organizarse por capítulos que contengan la descripción de las actividades realizadas con sus correspondientes memorias y conclusiones.

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

OBJETIVO

Realizar labores de campo y oficina que permitan realizar un dimensionamiento de la cimentación, perfilamiento, obras de drenaje y obras de contención que garantice estabilidad, con su respectiva instrumentación geotécnica y protocolos para el monitoreo.

ALCANCE

Basados en el diseño geométrico de la vía, los estudios geológicos geomorfológicos, hidrogeológicos y geotécnicos previos y los desarrollados durante la fase II del proyecto realizar:

- Reconocimiento del sector donde se proyecta el puente y otras estructuras, localización de zonas de disposición de materiales, excavación y sobrantes (ZODMES) y fuentes de materiales.
- Identificar amenazas y riesgos del área implicada y sus entornos en especial, áreas de taludes, sectores aledaños a los apoyos y a la estructura proyectada que puedan afectarla en su vida útil.
- Realizar como mínimo un sondeo o perforación por estructura propuesta (apoyos, estribos, etc.) complementada con investigaciones mediante métodos indirectos como sondeos geoeléctricos, líneas sísmicas, entre otros. La exploración directa realizada deberá cumplir con la profundidad mínima especificada en la normativa nacional vigente. Para estructuras cuya luz o longitud superen los 50 metros se requiere evaluación especifica de la zona respecto al tipo de exploración (directa como indirecta), cantidad y profundidad e incluirse dentro de la metodología a presentar a la interventoría.
- Ensayos de laboratorio para definir propiedades índices, de resistencia, deformabilidad, entre otros sobre las muestras obtenidas en la exploración.
- Proponer plan de monitoreo e instrumentación geotécnicos para identificar y evaluar la dinámica de las áreas implicadas en el proyecto (las perforaciones servirán como puntos de instrumentación y referencia).
- Elaborar el modelo geotécnico para los apoyos definiendo los estratos existentes (espesores y clasificación) y sus propiedades geomecánicas (resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad).
- Dimensionamiento de la cimentación requerida para los puentes del proyecto.
- Dimensionamiento de estructuras de contención y obras complementarias.
- Condiciones de estabilidad y comportamiento del terreno implicado (áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno) de la alternativa seleccionada, con caracterización y generación del mapa de unidades geológicas para ingeniera (UGI) y el de unidades geotécnicas homogéneas a escala (UGH) 1:10000.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Por parte del Consultor se deberá presentar a la interventoría o a quien designe el INVÍAS la metodología para desarrollar el estudio, donde se especifique cómo se van a desarrollar cada una de las actividades definidas en el alcance, dando relevancia al desarrollar los trabajos de campo (visitas técnicas, interrelación de profesionales y desarrollo de trabajos de exploración de subsuelo), complementado con trabajo de oficina.

Dentro de la metodología se debe involucrar como mínimo lo siguiente:

- Definición del estado del arte (referencia, gestión y detalle de información secundaria, involucrando información recolectada en la Fase II del proyecto), tiempos y recursos utilizados en dicha labor. Se aclara que la información secundaria debe ser actualizada

durante la fase II del proyecto y de esta manera utilizada por parte del grupo de trabajo de geología y geotecnia.

- **Visita de campo y verificación de las áreas de exploración.** A partir de la información secundaria se definirá la agenda de la visita técnica. Dentro de la visita debe verificarse la información respecto a los aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos y geotécnicos, entre los que se tiene: tipo de suelo y roca, fracturamiento (fallas y diaclasamiento), pendientes del terreno, identificación de procesos morfodinámicos, erosivos, flujo de agua superficial, flujo subsuperficial y aquellos que sean relevantes para el proyecto o zona en estudio (áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno); como resultado de la visita se debe identificar las áreas de amenaza alta y riesgo no mitigable y preparar la campaña de exploración requerida para el proyecto (directa e indirecta) de tal manera que está permita la caracterización del subsuelo necesaria para la Fase II.

- **Exploración de subsuelo y ensayos de laboratorio**, con fundamento en la información secundaria y reconocimiento de campo se elaborará un plan de los trabajos de exploración directa e indirecta, identificando tipo de exploración y los ensayos de campo a realizar, logística de ingreso a equipos, condiciones de transporte local, condiciones de mano de obra local, dificultades geográficas a salvar (ríos, quebradas, cuerpo de agua, áreas de gran pendiente), suministro de agua, insumos químicos, combustible, traslado y conservación de muestras, definir ubicación de los laboratorios para análisis de muestras, etc. Dependiendo de la particularidad del proyecto se deben definir la totalidad de aspectos relevantes que puedan afectar el desarrollo de los trabajos en los tiempos estipulados y bajo condiciones de seguridad; además, se generará un listado preliminar de ensayos de laboratorio a realizar, para conocer propiedades índices de resistencia y deformabilidad que permitan la caracterización de suelos y rocas extraídas en el sitio.

- **Caracterización de suelos y rocas.** A partir de la exploración directa e indirecta del perfil de suelo y subsuelo mediante ensayos *in situ* y de laboratorio; cuya redundancia, correlación (información secundaria existente) y valores típicos de referencia, validarán los parámetros geomecánicos de los materiales encontrados en el sitio. Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema unificado de clasificación de suelos (USCS y AASTHO) y las muestras de roca siguiendo los procedimientos establecidos para los análisis de macizo rocoso (Bieniaswski, (RMR), Romana (SMR), Hoek-Brown (GSI) o el de Barton (Q)), la información debe condensarse mediante gráficos descriptivos (columnas y cortes) realizados en cada sondeo.

- **Análisis geotécnicos.** Se deben utilizar diversas metodologías de cálculo y análisis que permitan delimitar y caracterizar las áreas de cimentación para los apoyos, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno, junto con las respectivas obras de estabilidad y mejoramiento. Dentro de estas metodologías se debe dar prelación a las mencionadas en normatividad nacional vigente aplicable y/o manuales de diseño. Estas

metodologías deben ser coherentes con las condiciones de estabilidad tanto físicas como ambientales que apliquen al proyecto.

- Evaluación y caracterización de las unidades geotécnicas homogéneas (UGH), obtenidas a partir de la superposición de Unidades Geológica para Ingeniera (UGI), (definidas mediante diferenciación de los materiales aflorantes (suelo y roca), definición de los espesores de suelo y las características físicas de los materiales de acuerdo a sus propiedades mecánicas) con las unidades o subunidades geomorfológicas. Las unidades geotécnicas homogéneas (UGH) se delimitarán a escala 1:10000.

Dentro de las actividades se requiere realizar reconocimiento de campo de los sectores implicados (áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno) para validar las condiciones de cada uno de los aspectos de interés. Dar el aporte requerido para el diseño geométrico del eje de la vía en planta, perfil y sección transversal.

En la metodología se deben incluir los aspectos que aporten al proyecto. Lo mencionado anteriormente corresponde con lineamientos mínimos.

2.1. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

La información secundaria existente para el proyecto parte de la información generada y aportada en Fase I del proyecto. La Consultoría debe buscar información adicional correspondiente a actualización de información generada por entidades de orden nacional, local y/o por proyectos aledaños.

CAPÍTULO 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PUENTES NUEVOS Y OTRAS ESTRUCTURAS

Se incluirá un plano con la localización de todas las estructuras a diseñar y dentro del informe se especifica el tipo de estructura, luz de diseño, numero de apoyos, estimativo de cargas por apoyo, anexar un esquema georreferenciado de su ubicación, así como recopilar la información relacionada con los antecedentes que considere apropiados, afín de adquirir un conocimiento general de las condiciones actuales, problemas de estabilidad y demás características que se considere mencionar.

Apoyados en la visita de campo interdisciplinaria y la información disponible, se hará una descripción general de áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno, incluyendo ZODMES, fuentes de materiales y zona de influencia.

CAPÍTULO 4. TRABAJOS DE CAMPO

Incluye todo lo relacionado con la ejecución de perforaciones realizadas e instrumentación geotécnica su localización y abscisado, número y profundidad. En caso de realizar exploración por métodos indirectos deberá detallar el tipo y la ubicación.

La definición de la ubicación de los sitios de exploración, cantidades de perforación e instrumentación para los sitios de ponteadero o zonas implicadas (áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno) deberá hacerse de manera conjunta con el desarrollo del estudio geológico, geomorfológico e hidrogeológico (las perforaciones y áreas se instrumentarán mediante la instalación de piezómetros y puntos de control topográfico). Se requiere realizar como mínimo un sondeo o perforación por estructura propuesta y complementarla con investigaciones mediante métodos indirectos como sondeos geo eléctricos, líneas sísmicas, entre otros.

En cada investigación se deben incluir ensayos de penetración estándar (SPT) cada 1.50 m o los ensayos de campo que se definan dadas las características del subsuelo y donde la consistencia de los materiales lo permitan se recuperarán muestras alteradas e inalteradas para la identificación y determinación de los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo en laboratorio.

Se deberá evaluar el uso de CPT, CPTu, presurometro, etc., y tecnologías recientes en exploración directa que apliquen al proyecto y brinden información de calidad respecto a las características de los materiales del sitio.

El Consultor deberá elaborar registros detallados de las labores de perforación incluyendo: horarios y fecha de trabajo, equipo utilizado, tipo de brocas, diámetro de tubería de perforación, tubería de revestimiento, materiales encontrados, niveles de agua encontrados, rendimientos obtenidos, personal empleado, y registro de cualquier situación particular que se presente durante la operación; todos los soportes y documentación debidamente firmada. Este documento deberá ser verificado en su contenido y aprobado por la Interventoría.

En el informe del estudio de suelos, rocas y macizo rocoso deben anexarse todos los registros de perforación, sondeos y toma de datos debidamente georreferenciados en cuanto a cotas y coordenadas.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

Se realizará el resumen de los resultados de los estudios geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos hidrológicos, hidráulicos, de amenaza, registros e instalación de instrumentación geotécnica (limnígrafo, vertedero de pared delgada, entre otros) y cálculos de socavación contenidos en el volumen correspondiente donde se muestren los resultados obtenidos. Basados en la socavación general y local probable, se deberá generar recomendaciones respecto al tipo de cimentación a contemplar.

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

6.1. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

En el análisis geotécnico, se requiere evaluar diferentes alternativas de cimentación, recomendando la solución más viable, indicando el tipo y profundidad de la cimentación, previo análisis de la capacidad portante y deformación.

El estudio geotécnico incluye además el análisis de estabilidad de áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cauce, riveras y entorno, así como recomendaciones en cuanto al análisis sísmico sobre las estructuras.

Además, será necesario determinar las condiciones requeridas para garantizar las excavaciones temporales y permanentes para la implantación de la estructura proyectada, incluyendo las obras de contención o entibados que se requieran para tal fin.

En resumen, se debe realizar el dimensionamiento de la cimentación, estructuras de contención y obras complementarias utilizando parámetros críticos determinados mediante ensayos redundantes de tipo directo e indirecto.

6.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Deberán realizarse los ensayos de laboratorio como mínimo: Granulometría y Límites de Atterberg, humedad natural, gravedad específica, densidades, de resistencia, compresibilidad y deformación a lo largo del perfil del suelo. Para el caso de rocas se requiere ensayos de compresión simple cuando se lleve el nivel de cimentación hasta estos niveles. Los listados anteriormente serán complementados con todos los ensayos que permitan la correcta caracterización de los materiales y definir características especiales del subsuelo.

Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema unificado de clasificación de suelos (USCS y AASTHO) y las muestras de roca siguiendo los procedimientos establecidos para los análisis de macizo rocoso (Bieniaswski, (RMR), Romana (SMR), Hoek-Brown (GSI) o el de Barton (Q)), la información debe condensarse mediante gráficos descriptivos (columnas y cortes) realizados en cada sondeo.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En conjunto con los profesionales de geología, del proyecto y basados en los resultados de la exploración directa, indirecta, instrumentación geotécnica de monitoreo y ensayos de laboratorio, se deben determinar la distribución, espesor, disposición y caracterización geomecánica de capas y litologías a lo largo del eje del puente.

Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema de clasificación de suelos (USC y AASTHO) y las rocas se describirán incluyendo identificación, grado de fracturamiento y demás información útil desde el punto de vista de ingeniería, condensándola mediante los perfiles estratigráficos. Se deberá realizar una caracterización geomecánica complementaria de los macizos rocosos. Se debe complementar y presentar el detalle del perfil estratigráfico por apoyo y a lo largo de otras estructuras.

CAPÍTULO 7. CONDICIONES ESPECIALES DE SUBSUELO

En caso de detectar situaciones especiales del suelo de fundación, tales como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, dispersivos, colapsables, suelos susceptibles a licuación o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la estructura, se indicará la solución respectiva con el debido soporte de información disponible.

En caso de requerir exploración de subsuelo adicional u otro tipo de ensayos no realizados durante esta Fase del proyecto se definirá la campaña de exploración e instrumentación geotécnica de monitoreo a realizar, su ubicación y análisis faltantes a realizar en siguientes fases.

CAPÍTULO 8. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Consultor recomendará obras complementarias que sean necesarias para el adecuado funcionamiento de la estructura.

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES

Se presentarán en forma sucinta, como mínimo las características físicas del suelo, tipología, parámetros de resistencia y deformación utilizados en el diseño; al igual que los resultados alcanzados en el estudio referentes a: profundidad, cota y tipo de cimentación, dimensiones y número de elementos, magnitud de la profundidad de socavación y valor de la capacidad portante.

El Consultor deberá formular conclusiones que se relacionen con los objetivos enunciados, la base teórica y el diagnóstico. El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan como mínimo:

- Concluir respecto al dimensionamiento realizado para la cimentación, estructuras de contención y obras complementarias de cada una de las estructuras diseñadas.
- Identificar los parámetros, condiciones geomecánicos y calidad de los perfiles de suelo, roca y macizo rocoso, para análisis de estabilidad de las áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno.
- Ser un insumo fundamental para la actuación de otros especialistas indispensables en los estudios y diseños requeridos para el puente y/o ponteaderos.
- Se deberá dejar explícitamente las recomendaciones a tener en consideración durante la siguiente fase de estudios y diseños.
- Proponer plan de monitoreo e instrumentación geotécnica.
- Se debe realizar la caracterización y delimitación de zonas homogéneas, definir áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras, entorno y dimensionar obras de estabilización.
- Ubicación zonas de disposición de materiales excavación y sobrantes (ZODMES) y las fuentes de materiales.

CAPÍTULO 10. RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III

Se incluirán actividades recomendadas para los estudios de Fase III de los puentes y otras estructuras especificando la justificación de los trabajos requeridos en dicha fase y cuál es el objetivo final de los mismo. Se debe generar las recomendaciones necesarias para que en la siguiente fase se finalicen al 100% los diseños de los puentes y estructuras conexas del proyecto.

ANEXOS DEL VOLUMEN

Se deberá organizar en medio digital toda la información que haya sido utilizada para el desarrollo del presente Volumen. Así mismo, se deberá clasificar para fácil consulta, tanto por parte del Interventor y/o del INVÍAS, como por cualquier otra persona que se encuentre interesada en acceder a dicha información.

El Consultor deberá elaborar los planos a la escala indicada, y los informes requeridos para el proyecto, considerando como mínimo los siguientes:

- Plano de Localización de las perforaciones. Escala 1:500.
- Registros de perforaciones.
- Resultados de ensayos de laboratorio e *in situ* donde se incluya por parte del laboratorio fotografías de la falla obtenida.
- Memorias de cálculo: caracterización, análisis de estabilidad, diseño de obras de estabilización, capacidad portante y asentamientos, selección y análisis de la cimentación, parámetros para diseño estructural, diseños de obras complementarias y en general todas las memorias de cálculo realizadas para el proyecto.
- Planos de obras Escala 1:500 (en planta y perfil).
- Fotografías del sitio y registros fotográficos de la exploración de subsuelo y de las muestras obtenidas.
- Plano de localización de Apiques y Trincheras, Perforaciones, Sondeos Eléctricos, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georadar, tomografías, entre otros, realizados para la investigación del corredor a nivel general.
- Registro de Apiques y Trincheras realizados para la investigación de áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno.
- Registro de Sondeos Eléctricos, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georadar, tomografías, entre otros, realizados para la investigación de áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno.
- Plano, registro y análisis de la instrumentación geotecnia (escala 1:5000).
- Entrega de insumos conforme a escala (mapa base topográfica, geológico, geomorfológico, hidrogeológico pendientes, etc) escala 1:500 a 1:5000.
- Planos de zonificación geotécnica (Unidades geotécnicas homogéneas “UGH”) escala 1:10000 o mayor, con sus respectivos insumos (mapa base topográfica, geológico, geomorfológico, hidrogeológico, pendientes, etc).

2.5 VOLUMEN V ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACION

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS
CAPÍTULO 3. DISEÑOS HIDRÁULICOS
CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN
CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1. OBJETIVO

El Consultor efectuará los estudios de hidrología, hidráulica y de socavación, requeridos para el diseño de puentes nuevos.

1.2. ALCANCES

Para ello deberá contemplar como mínimo los siguientes alcances:

Ubicación optima del cruce.

Determinación del caudal máximo de diseño y del gálibo para el periodo de retorno que corresponda en función de la luz del puente.

Análisis del comportamiento hidráulico y geo morfodinámico del rio en el sitio seleccionado de cruce.

Análisis de socavación local y general.

Diseño de las obras de protección que se requieran.

CAPÍTULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

2.1. OBJETIVO

El objetivo del estudio de hidrología consiste en la determinación de los caudales de diseño, para distintas probabilidades de ocurrencia, en la cuenca en que se proyecta el puente, así como el análisis y determinación de los elementos o variables hidrológicas que se requieren en las diferentes disciplinas que abarca la proyección de un puente.

2.2. CRITERIOS DE DISEÑO

- **Criterios de cambio climático**

Los estudios y análisis hidrológicos deben considerar el impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas y sus efectos en los caudales máximos e inundaciones, así como la

ocurrencia de fenómenos climatológicas extremos que puedan amenazar la estructura, tales como huracanes, marejadas, granizadas, etc.

Para la incorporación en los Estudios de este criterio de análisis, el Consultor propondrá la metodología a emplear, acorde a los avances en la materia a nivel nacional y al MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS o el equivalente que se encuentre vigente a la fecha de los estudios. Dicha metodología deberá ser aprobada por la Interventoría y el INVÍAS.

2.3. TOMA DE INFORMACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA

Para fines de los estudios de hidrología, se debe considerar información de orden primario y secundario, la cual como mínimo debe consistir en lo siguiente:

2.3.1. INFORMACIÓN PRIMARIA

Inspección de campo

- Se evaluará el sitio de implantación del puente, para la recopilación y análisis de la información secundaria.
- Se efectuará recorrido por la cuenca y sitio seleccionado de cruce con el fin de verificar la veracidad de la cartografía y ortofotos existentes, así como sus características de suelos y coberturas vegetales.
- Se evaluará la presencia de proyectos existentes en el área de influencia directa del sitio de implantación del puente que pueda afectar las características hidráulicas de la corriente de agua.

2.3.2. INFORMACIÓN SECUNDARIA

Análisis y Recopilación de la 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 cercanías de la estructura, etc., incluido lo consignado en los estudios de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR ´s), el Instituto de Estudios Ambientales, IDEAM), cartográfica y de suelos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) 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 INVÍAS a otras entidades que puedan aportar información estadística al proyecto, como MINTRANSPORTE, SECRETARIAS DE OBRAS Y/O INFRAESTRUCTURA, DIMAR, CIOH, CCCP, CAR´s, entre otras.

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. El Consultor

deberá utilizar la cartografía oficial del IGAC o SHAPES de la red hidrográfica disponibles a escala 1:25.000 o 1:100.000 para definir las cuencas y los parámetros morfométricos de las corrientes que atraviesan el corredor, calcular las áreas, longitud y pendiente del cauce principal.

Adicionalmente el Consultor podrá utilizar aerofotografías, imágenes satelitales, Cartografía Aérea Digital y modelos de elevación digital (DEM). Sin embargo, bajo ambiente ARC GIS o similar, estos últimos (DEM) se podrán utilizar como complemento a la cartografía IGAC, siempre y cuando la resolución (píxeles) del dato ráster sea lo suficientemente fino (igual o inferior a 12.5 x 12.5 m) para definir la red de corrientes que atraviesa el corredor.

Registros Hidroclimatológicos

Se obtendrán los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto, completos, sin limitarse a los últimos años. En todo caso el Consultor debe asegurar que la serie histórica analizada presente registros de los años en que se haya presentado las mayores olas invernales en el país por los fenómenos inducidos por el cambio climático.

Suelos y Cobertura Vegetal

En caso de que el Consultor emplee métodos lluvia-escorrentía en la obtención de caudales máximos, deberá realizar la caracterización de los suelos y coberturas vegetales de las cuencas, de manera que se justifiquen los coeficientes de pérdidas de precipitación asignados.

2.4. METODOLOGÍA

El Consultor deberá presentar la metodología y las ecuaciones para la modelación hidrológica, sustentando la selección del software utilizado, de acuerdo con lo descrito en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS o el equivalente que se encuentre vigente a la fecha de los estudios.

La metodología debe contener como mínimo los siguientes aspectos:

- Análisis climatológicos de la zona del puente considerando los análisis temporales y espaciales de los parámetros más relevantes entre otros precipitación, temperatura y humedad relativa, etc.
- Evaluar la localización del puente, como resultado del análisis de las condiciones topográficas, geomorfológicas, hidráulicas y de diseño geométrico del corredor o sector vial. La georreferenciación, abscisado y los niveles de las obras de drenaje mayores y menores de existir, deberán presentarse en concordancia con las rasantes y planta del diseño geométrico.
- Con estos estudios se determinará la cuenca de drenaje que cruza bajo la estructura, analizando las características de la cuenca como son área, longitud y pendiente del cauce principal, uso actual y tipo de suelo entre otros.

- Así mismo, si se emplea un método lluvia-escorrentía, se definirá la curva intensidad duración frecuencia (IDF) aplicable a la cuenca de la corriente y se calcularán los caudales hasta el sitio de cruce, con los cuales se diseñará el puente y las obras de drenaje menores asociadas a los aproches, así como las obras de protección necesarias para el proyecto.

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 las ecuaciones utilizadas estableciendo sus ventajas y criterios de selección.

Se presentarán los resultados intermedios y finales de las metodologías de cálculo empleadas en los análisis de los fenómenos de lluvia, caudal, etc., indicando finalmente el método de predicción y valores adoptados. Esta labor es de importancia, puesto que cuantifica un fenómeno que incide directamente en el dimensionamiento de las obras.

2.4.1. ANÁLISIS DE LLUVIAS Y CLIMATOLÓGICO

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.

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 otras podrá utilizar la de tipo Gumbel y Log-Pearson Tipo III, que para el caso de valores extremos que son las distribuciones más utilizadas en el ámbito hidrológico.

De requerirse, el Consultor deberá calcular la Curva Intensidad – Duración – Frecuencia para la aplicación del método racional cuyo uso está limitado a cuencas con área de drenaje hasta de 2.5 Km2. Estas se pueden deducir para diferentes periodos de retorno ya sea por el método simplificado establecido en el MANUAL DE DRENAJE DE CARRETERAS del INVÍAS vigente a la fecha de los estudios, o a partir de los registros pluviográficos (pluviogramas) de la estación pluviográfica representativa del proyecto. La determinación de los periodos de retorno con los cuales se deben calcular las estructuras está en función del tipo de estructura y de lo establecido en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS o su equivalente que se encuentre vigente al momento de los estudios.

- Hidrología para sostenibilidad

Adicionalmente, el Consultor evaluara los aspectos hidrológicos que proporcionen información referente a cambio climático y eventos extremos, en el marco de los estudios de sostenibilidad.

2.4.2. ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS

En el caso que la corriente a analizar disponga de una estación hidrométrica con registros históricos de caudales máximos instantáneos, el Consultor deberá realizar el análisis de frecuencias o probabilidad de ocurrencia de eventos, obteniendo los valores máximos de caudal para diferentes periodos de retorno. Para tal efecto se debe realizar el análisis estadístico de datos hidrológicos y utilizar las distribuciones de probabilidad que más se ajusten a la información. Podrá utilizar entre otras, la tipo Gumbel y Log-Pearson Tipo III, las cuales son las más utilizadas en el ámbito hidrológico para valores extremos.

En aquellos casos donde la estación hidrométrica sobre la corriente de agua que cruza la vía que se estudia no se encuentre en el sitio de cruce, sino en la misma hoya hidrográfica, en otra ubicación, el Consultor podrá realizar transposición de datos de caudal 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.

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

En ausencia de registros de caudales en la corriente cruzada por puente, los caudales de diseño para los diferentes periodos de recurrencia se obtendrán a partir de modelos lluvia – escorrentía, análisis regional de caudales máximos instantáneos anuales aplicando metodologías debidamente soportadas y que utilicen al máximo parámetros físico-climáticos de la región.

Los caudales de diseño 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 Hidrograma 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 Métodos de Regionalización de Crecidas elaborados específicamente para el proyecto, por Entidades Públicas o de investigaciones académicas. En todos los casos el método seleccionado deberá cumplir con las limitaciones de uso con que fue concebido, así como con la restricción del área de la cuenca establecido en el Manual de Drenaje de Carreteras del INVÍAS, que se encuentre vigente.

La aplicación de cualquiera de las anteriores metodologías debe reflejar los criterios de cambio climático considerados por el Consultor.

El Consultor además de utilizar como documento guía el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS, que se encuentre vigente en el momento de los estudios, podrá utilizar otras referencias bibliográficas como el HDS - 2- Highway Hydrology de la FHWA, Model Drainage Manual de la AASHTO, Design Manual for Storm Drainage de la ASCE, entre otras.

4 CAPÍTULO 3. DISEÑOS HIDRÁULICOS

4.1 OBJETIVO

El objeto de los estudios hidráulicos para puentes es el de determinar el perfil de flujo de la corriente, análisis a partir del cual se determina el gálibo de la estructura y las condiciones hidráulicos de su funcionamiento, así como su efecto sobre la infraestructura del puente y sobre su entorno natural; diseñando las obras necesarias para asegurar la estabilidad del puente y de la corriente en sus inmediaciones.

4.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Los puentes se analizarán bajo el criterio de establecer las características hidrológicas y los factores de la dinámica fluvial del rio, que permitan definir o verificar las dimensiones y ubicación de los elementos del puente, en función de la seguridad, amenaza y posible vulnerabilidad de la estructura, para limitar de manera adecuada estas tres (03) últimas condiciones.

Por otra parte, el Consultor deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y, niveles máximos de agua, niveles mínimos del tablero del puente, profundidades de socavación, profundidad mínima recomendable para la ubicación de la cimentación y recomendaciones de obras de protección necesarias, para ser desarrolladas en el capítulo estructural.

Los análisis hidráulicos y de socavación deberán realizarse para los caudales de diseño y verificación establecidos respectivamente en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS, 2009 y la Norma Colombiana de diseño de Puentes CCP 14, o sus equivalentes que se encuentren vigentes al momento de los estudios.

Adicional a los criterios de capacidad hidráulica y estabilidad anteriormente descritos, es necesario considerar los siguientes criterios:

- Criterio por gálibo

Para los casos donde se crucen corrientes navegables, además del galibo para el tránsito de crecientes se debe contemplar el gálibo aéreo para el tránsito de embarcaciones según lo determinen los estudios de navegabilidad.

- Criterios de sostenibilidad

En los diseños hidráulicos se deberán considerar los criterios de sostenibilidad, tales como pasos de fauna y otros que sean factibles de implementar relacionados con los lineamientos nacionales de la Infraestructura Verde Vial.

- Criterios para obras complementarias

En caso de requerirse, en los aproches del puente deberán verificarse o proyectarse las obras de drenaje menor necesarias, de acuerdo con los lineamientos dados en los Términos de referencia para fase III para vías nuevas o de Mejoramiento de vías existentes, según aplique.

4.3 INFORMACIÓN BASE

4.3.1 INFORMACIÓN PRIMARIA

Levantamiento Batimétrico

Para puentes, no se reconocerán resultados de tecnología Lidar para levantamiento de cauces, por lo que es necesario realizar el respectivo levantamiento batimétrico, el cual consistirá en un mínimo en 11 secciones del cauce, cinco de ellas se efectuaran aguas arriba, una por el eje del puente y cinco aguas abajo, así como la medición de la pendiente hidráulica de la corriente, acorde a los a los requerimientos de la sección 4.5.3.1. del MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS, 2009 o su equivalente que se encuentre vigente al momento de los estudios.

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.

Muestras de Material del Cauce

El Consultor deberá tomar muestras y caracterizar el material del cauce y orillas de las corrientes de obras mayores, información a partir de la cual determinará los coeficientes de rugosidad a emplear en los análisis hidráulicos y de socavación.

4.3.2 INFORMACIÓN SECUNDARIA

El Consultor podrá emplear aerofotografías, imágenes de satélite, estudios previos y cualquier otra información que considere necesaria para la ejecución de los Estudios.

4.4 METODOLOGÍA

4.4.1 GEOMORFOLOGÍA – DINÁMICA FLUVIAL

Los estudios geomorfológicos definirán las geoformas susceptibles de inundación y la dinámica evolutiva de las corrientes de una zona en general, así como los procesos fluviales predominantes de erosión o sedimentación en el cauce y orillas, con el objetivo de ubicar y adoptar las obras de prevención, control y corrección más convenientes.

El Consultor deberá realizar un análisis multitemporal de las condiciones morfológicas para determinar la migración lateral de la corriente dentro de su llanura aluvial y diseñar las obras de prevención y protección necesarias para evitar el daño de la estructura. 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, así como determinar el material y estabilidad de orillas y los procesos geomorfológicos y fluviales predominantes en la corriente.

4.4.2 ANÁLISIS HIDRÁULICA

Los análisis hidráulicos de las obras mayores se realizarán de acuerdo con lo establecido en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, capítulos correspondientes a Drenaje Superficial - Puentes.

El Consultor con sus especialistas evaluará y justificará la localización del puente, igualmente cuantificará los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizará los levantamientos topográficos y batimétricos, los estudios de suelos para caracterizar la granulometría del lecho con la cual se determinará la rugosidad de la corriente y el diámetro representativo del material de lecho con el cual se calculará la socavación general y local si se trata de material granular o el parámetro que se requiera en los casos que se trate de material cohesivo; analizará y evaluará la dinámica del río y la presentarán a escala 1:5.000 o mayor, así como el impacto aguas arriba y abajo generado por el puente, las distribuciones del flujo y velocidad cuantificando la socavación potencial (general más local) y definiendo el nivel de cimentación de la infraestructura; modelarán las crecientes definidas para los diferentes periodos de retorno mediante la utilización de software tipo HEC-RAS o similar para determinar los niveles máximos esperados en el cauce o por la planicie de inundación cuando la corriente no presente la capacidad hidráulica suficiente para transitar la creciente que se adopte de diseño. De estos análisis se establecerá y evaluará el gálibo del puente.

En caso de existir o de requerirse, se deben analizar las estructuras de alivio y de protección complementarias del puente.

Para su análisis el Consultor utilizará como documento guía el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS, que se encuentre vigente, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas ampliamente utilizadas en el medio.

4.4.3 DRENAJE DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DEL PUENTE

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

Para ello, el Consultor deberá establecer el diámetro y separación de los imbornales para asegurar anchos de inundación admisibles para el tipo de vía en que se desarrolla el puente.

El Consultor podrá utilizar para dicho cálculo, las metodologías propuestas en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS, que se encuentre vigente a la fecha de los estudios, u otras referencias bibliográficas como el HEC 21 Design of Bridge Deck Drainage, entre otras.

5 CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN

6.1 OBJETIVO

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

6.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Los análisis de socavación deberán enmarcarse en los procesos de hidráulica fluvial de la corriente, así como contrastarse con los perfiles estratigráficos determinados para el puente.

6.3 INFORMACIÓN BASE

6.3.1 INFORMACIÓN PRIMARIA

El Consultor deberá caracterizar el lecho de la corriente a nivel superficial y subsuperficial a partir de la toma directa de muestras de sólidos de fondo, así como a partir de las perforaciones ejecutadas para el análisis de fundación de la estructura.

Igualmente se emplearán las secciones transversales del cauce tomadas en la batimetría del proyecto.

6.3.2 INFORMACIÓN SECUNDARIA

El Consultor podrá emplear aerofotografías, imágenes de satélite, estudios previos y cualquier otra información que considere necesaria para la ejecución de los Estudios.

6.4 METODOLOGÍA

6.4.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE CAMPO

El Consultor presentará el análisis del sitio del puente, conociendo además de la información base primaria y segundaria, las alturas de creciente, las líneas y velocidades de flujo, coeficientes de rugosidad, caudales, con el objeto de aplicar las fórmulas más adecuadas que permitan obtener las profundidades críticas del fenómeno.

6.4.2 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 los puntos donde exista un obstáculo y/o en las orillas de la corriente.

Los resultados obtenidos deberán ser analizados y contrastados con los análisis geomorfológicos y los perfiles estratigráficos de la zona.

Para los valores de socavación máxima se recomendarán y diseñarán las obras de control y protección.

Para su diseño el Consultor utilizará como documento guía el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS vigente del INVÍAS, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas.

7 CAPÍTULO 4. 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.

El consultor estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, así mismo, entregará los registros del IDEAM o entidad que suministre la información hidro climatológica, los planos del IGAC, 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.

Productos entregables

Los documentos por entregar se presentan a continuación:

- Informe con todos los criterios empleados en el estudio.
- Anexos con la información que soporta el estudio, conteniendo los cálculos, los modelos empleados y los listados de obra.
- Planos.
- Los planos esenciales adjuntos al estudio serán los siguientes:
- Planos con la localización de las cuencas, microcuencas y/o áreas aferentes delimitadas. Escala 1:25.000
- Planos con la cobertura de la tierra y suelos característicos de las cuencas, microcuencas y/o áreas aferentes delimitadas. Escala 1:25.000
- Planos con la localización de las estaciones hidroclimatológicas empleadas en el estudio y polígonos de Thiessen si se aplica esta metodología. Escala 1:25.000
- Planos de geomorfología y dinámica fluvial. Escala 1:5.000
- Planos de planta de modelación hidráulica con la ubicación del puente y las secciones de la modelación hidráulica con sus niveles de agua, así como el perfil del puente con los niveles de socavación. Escala 1:500 o mayor para la planta.
- De requerirse, planos de obras de protección proyectadas, detalle de estructuras hidráulicas y planta-perfil por obra transversal en aproches. Escala 1:100 o mayor.

8 CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

2.6 VOLUMEN VI ESTUDIO GEOTECNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO

1. CAPITULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES
2. CAPITULO 2 METODOLOGÍA
3. CAPÍTULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE
4. CAPÍTULO 4. TRÁNSITO DE DISEÑO
5. CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS EXISTENTES QUE HARÁN PARTE DEL PROYECTO DEL PUENTE
6. CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE GEOTECNIA PARA PAVIMENTOS DE AMPLIACIONES Y TRAMOS NUEVOS
7. CAPÍTULO 7. FUENTES DE MATERIALES
8. CAPÍTULO 8. DISEÑO DE SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN PARA PAVIMENTOS EXISTENTES
9. CAPÍTULO 9. DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA AMPLIACIONES Y TRAMOS NUEVOS
10. CAPÍTULO 10. DEFINICIÓN DE LA CAPA DE RODADURA PARA LA ESTRUCTURA DEL PUENTE
11. CAPÍTULO 11. DISEÑO DE MEZCLAS
12. CAPÍTULO 12. SECCIONES TRANSVERSALES
13. CAPÍTULO 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS.

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1. OBJETIVO

Determinar las soluciones de pavimentos más adecuadas para las intervenciones estructurales de los pavimentos existentes que hagan parte de los tramos de vía relacionados con el puente, para las estructuras de pavimento nuevas (nuevos tramos de vía contemplados en el proyecto del puente y ampliaciones de los pavimentos existentes) y para la rodadura del puente, si se requiere, teniendo en cuenta:

- Las características y condiciones de las estructuras de pavimento existentes.
- Las características y condiciones de la subrasante.
- La disponibilidad de materiales en la zona y sus características.
- El máximo aprovechamiento de los materiales existentes en la vía.
- Los factores climáticos.

Las estructuras de pavimento que se diseñen deben ser cómodas, funcionales, seguras, económicas y que cumplan técnicamente con la normativa vigente.

1.2. ALCANCES

- Identificar y caracterizar mediante técnicas de exploración y muestreo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del proyecto.

- Determinar y caracterizar, mediante pruebas de campo y ensayos de laboratorio, las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los suelos representativos de la subrasante y de los suelos de cortes y zonas de préstamo, que puedan ser utilizados para conformar la subrasante.
- Determinar y caracterizar, mediante pruebas de campo y ensayos de laboratorio, las propiedades físicas y mecánicas más importantes de las capas de los pavimentos existentes.
- Definir sectores homogéneos para el diseño de la estructura del pavimento.
- Analizar varias alternativas de estructura de pavimento que resulten factibles para las condiciones del proyecto, haciendo énfasis en el mejor aprovechamiento de los materiales de las estructuras de pavimento existentes y de los materiales disponibles en la zona del proyecto.
- Proponer, dentro de las alternativas analizadas, las estructuras de pavimento más apropiadas para el proyecto, definiendo los espesores y materiales de cada capa, así como sus características geomecánicas.
- Identificar las fuentes de materiales y zonas de préstamo para la construcción de los pavimentos del proyecto.
- Presentar recomendaciones técnicas relacionadas con la construcción que contribuyan durante el proceso de obra para mitigar inadecuadas interpretaciones del diseño o inadecuadas prácticas de ingeniería que disminuyen la vida útil del pavimento.
- Basado en el estudio de hidrología, analizar, aceptar o complementar las obras de drenaje para proteger la estructura de pavimento y garantizar su vida útil.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Al comienzo de los trabajos, el Consultor debe elaborar la metodología de trabajo ajustada al proyecto que incluya las precisiones técnicas que sean relevantes, tales como: metodología de exploración, ensayos, sistemas de pavimentos, métodos de diseño a emplear, parámetros de diseño, información de entrada, entregables, etc., la cual debe ser aprobada por la Interventoría.

La metodología de trabajo debe ser coherente con los plazos contractuales, el Cronograma de Actividades y el Programa de Inversiones.

CAPÍTULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE

Este capítulo deberá contener una recopilación y análisis de toda la información que represente alguna utilidad para el proyecto. También deberán consultarse los archivos de otras entidades gubernamentales o privadas que tengan que ver con la carretera en estudio.

La información que se consulte hace referencia principalmente a los siguientes aspectos: Geología, Topografía, Geotécnica y fuentes de materiales, Drenaje y Sub- drenaje, Tránsito, Factores ambientales, Historia de los pavimentos, tanto en su composición como en su comportamiento, intervenciones anteriores, diseño de mezclas y Diseño de pavimentos.

Para el diseño de pavimentos se debe contar con información de módulos dinámicos de materiales, leyes de fatiga de mezclas asfálticas y algunos ensayos de caracterización de granulares que serán empleados en el proyecto o con Formato, información primaria para el diseño y ajustada a la realidad del proyecto.

CAPÍTULO 4. TRÁNSITO DE DISEÑO

La estimación del parámetro de tránsito de diseño se hará a partir de las proyecciones de vehículos que arroje el Estudio de Tránsito. Adicionalmente, a las proyecciones del Estudio de Tránsito, se deberá estimar el tránsito de construcción a partir del plan de construcción que se elabore para el proyecto.

El componente del tránsito de construcción puede ser crítico, en particular en vías de bajos niveles de tránsito, llegando en ocasiones a superar a los otros componentes del tránsito. Cuando los análisis indiquen que el tránsito de construcción incide significativamente en el dimensionamiento de las estructuras de pavimento se debe, en lo posible, ajustar el plan de construcción de la vía de manera tal que este tránsito circule lo menos posible sobre los tramos que van siendo terminados.

Dependiendo de los métodos de análisis de pavimentos, el parámetro de tránsito por determinar será:

- Número acumulado de ejes equivalentes, tomando como eje de referencia el eje estándar (eje simple de llanta doble) de 80 kN.
- Espectro de cargas: número de repeticiones de cada tipo de eje, con cada nivel de carga

La determinación de los factores daño (FDV) para el cálculo de los ejes equivalentes deberá hacerse utilizando las formulaciones incluidas en los respectivos manuales de pavimentos del INVÍAS.

El período de diseño deberá escogerse siguiente las indicaciones de los manuales de pavimentos del INVÍAS.

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS EXISTENTES QUE HARÁN PARTE DEL PROYECTO DEL PUENTE

Los objetivos de la evaluación de los pavimentos existentes en los tramos de vía que harán parte del proyecto del puente son:

- Evaluar la condición funcional de los pavimentos existentes, con medición de rugosidad, textura y fricción superficial o resistencia al deslizamiento.
- Conocer las estructuras de pavimento, midiendo los espesores de las diferentes capas y caracterizando los materiales que las componen.
- Identificar los tipos de deterioros y sus posibles causas.
- Evaluar la capacidad estructural en términos de respuesta a las cargas, mediante ensayos de deflectometría.

5.1 EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO – NIVELES DE JERARQUÍA

Para la evaluación y diagnóstico funcional y estructural del pavimento del corredor, se deberán realizar como mínimo las actividades que se explican en los siguientes numerales. Los sistemas de medición y la frecuencia mínima de las mediciones se determinarán según el Nivel de Jerarquía que se defina en los Términos de Referencia del proyecto para cada uno de los parámetros por evaluar o que se acuerden con el Interventor mediante un programa de evaluación particular de evaluación para el proyecto.

Tabla 1 – Niveles de jerarquía para la evaluación de los pavimentos existentes.

Nivel de Jerarquía	GRADO DE CONFIABILIDAD EN LA TOMA DE INFORMACIÓN
Nivel 1	Nivel máximo de confiabilidad en la información.
Nivel 2	Nivel intermedio de confiabilidad en la información.
Nivel 3	Nivel mínimo de confiabilidad en la información.

5.2 PROGRAMA DE EVALUACIÓN PARTICULAR PARA EL PROYECTO

Si los términos de referencia lo permiten, el Consultor podrá acordar con el Interventor un programa particular para la evaluación de los pavimentos existentes, con base en los resultados de la visita inicial de reconocimiento que se menciona más adelante; el programa particular estará en función del estado de la vía y el tipo de intervención prevista y deberá indicar, con la justificación correspondiente: los parámetros y las características por evaluar; los sistemas de medición, toma de muestras y ensayos; el grado de confiabilidad requerido en la toma de información de cada parámetro. Este programa podrá irse ajustando durante el desarrollo de las evaluaciones, de común acuerdo con el Interventor, con base en los resultados que se vayan obteniendo.

5.3 VISITA INICIAL DE RECONOCIMIENTO DE LOS PAVIMENTOS DEL PROYECTO

Al inicio del proyecto, una vez recopilada y analizada la información existente, se deberá ejecutar una visita inicial para realizar una evaluación rápida del estado de los pavimentos existentes en el proyecto. Esta visita servirá para elaborar un diagnóstico inicial de la condición del pavimento y de las soluciones factibles de intervención, así como para planear los trabajos de evaluación de detallada.

La visita deberá ser llevada a cabo por el especialista de pavimentos del Consultor, en compañía de uno o dos auxiliares de ingeniería que le colaboren en el registro de la información. La visita se realizará observando y calificando la condición general del pavimento desde un vehículo a baja velocidad, efectuando detenciones en sitios representativos o críticos para realizar

observaciones a pie. En la parte delantera del vehículo deberá instalarse una cámara de video digital de alta resolución, cuyo registro debe asociarse a una localización del recorrido con GPS, para poder efectuar posteriormente verificaciones en oficina.

Para poder sacar el mayor provecho de la apreciación visual del estado del pavimento, se recomienda calificar y registrar la información visual siguiendo la metodología simplificada PASER (Pavement Surface Evaluation and Rating) desarrollada por el Centro de Información del Transporte de la Universidad de Wisconsin-Madison de Estados Unidos u otra metodología simplificada equivalente que proponga el Consultor. La metodología PASER está en los siguientes documentos:

- Pavimentos asfálticos: PASER Manual – Asphalt Roads
- Pavimentos de concreto hidráulico: PASER Manual – Concrete Roads
- Pavimentos de adoquines: PASER Manual – Brick & Block

5.4 INVENTARIO DE FALLAS DE PAVIMENTO

El Consultor deberá realizar un inventario detallado de las fallas de pavimento presentes en el corredor, identificando los tipos de deterioro, su gravedad y su extensión usando las siguientes normas:

- Pavimentos flexibles: INV E-813 “Determinación del Índice de Deterioro Superficial de un Pavimento Asfáltico Mediante el Método VIZIR”.
- Pavimentos Rígidos: ASTM D6433 “Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys”
- Pavimentos articulados (adoquines): Norma ASTM E2840 “Standard Practice for Pavement Condition Index Surveys for Interlocking Concrete Roads and Parking Lots”.

En el caso de pavimentos flexibles, se deberán tener en cuenta, adicionalmente, los criterios mencionados en la "Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del INVÍAS.

En general, el inventarío de fallas se deberá realizar por cada carril con equipos de captura de imágenes (ópticas o digitales) que permitan la automatización del inventario de daños y registro detallado, cuantificable y referenciado de la información. El registro de las imágenes debe ser continuo; el dispositivo debe capturar imágenes con tecnología line scan de al menos 4K (4096 x N píxeles de resolución, con una cobertura de por lo menos 4 metros de ancho), o equivalente. En el caso de imágenes ópticas, el dispositivo de captura de imágenes debe contar con un sistema de iluminación a base de tecnología láser.

La captura de imágenes debe poderse realizar a velocidades operacionales en el rango entre 40 y 80 km/h. Así mismo, el equipo deberá tener la posibilidad de operar tanto de día como de noche, y las imágenes obtenidas deben estar georreferenciadas de acuerdo con el sistema MAGNA SIRGAS de Colombia.

Los resultados deberán presentarse en tramos de longitud máxima 100 m.

Para proyectos de corta longitud, el inventario de daños podrá realizarse manualmente.

Tabla 2 – Niveles de jerarquía para la toma de información de daños en los pavimentos.

Nivel de Jerarquía	GRADO DE CONFIABILIDAD EN LA TOMA DE INFORMACIÓN
Nivel 1	Equipos de alto rendimiento con toma de imágenes.
Nivel 2	Inventario manual continuo.
Nivel 3	Inventario manual discontinuo.

En el caso del nivel 3, donde el inventario se hace en forma discontinua, por unidades de evaluación, deberán seguirse las indicaciones que se establecen en los documentos de referencia de la metodología PCI mencionados al inicio de este numeral para pavimentos rígidos y de adoquines en cuanto al tamaño de las unidades, la selección aleatoria de las mismas y el número mínimo de unidades por tramo homogéneo.

El tamaño de las unidades de muestreo que establecen esos manuales es:

- Pavimento de concreto: 20 ± 8 losas.
- Pavimento de adoquines: 225 ± 90 m2.

El número de unidades por muestrear deberá escogerse para obtener una confiabilidad mínima del 90% en la determinación del PCI. Previo acuerdo con la Interventoría, para una evaluación no tan detallada, se podría escoger el número inicial de unidades por muestrear con base en la siguiente tabla:

Tabla 3 – Número de unidades por muestrear para una evaluación discontinua

Número total de unidades de muestreo en el tramo homogéneo	Número de unidades por muestrear
1 a 5	1
6 a 10	2
11 a 15	3
16 a 40	4

Número total de unidades de muestreo en el tramo homogéneo	Número de unidades por muestrear
Más de 40	10%

Como el método VIZIR para pavimentos flexibles no establece criterios para un inventario por unidades, se pueden tomar unidades de 100 m de largo por el ancho del carril. Para escoger el número de unidades por muestrear, se pueden usar los criterios de la metodología PCI indicados arriba.

5.4.1 Determinación del Índice de Deterioro Superficial IS de pavimentos flexibles

Con base en los resultados del inventario daños, el Consultor deberá calcular el Índice de Deterioro Superficial IS de pavimentos flexibles según la norma INV E-813-13 y las indicaciones de la "Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del INVÍAS.

5.4.2 Determinación del Índice de Condición del Pavimento PCI de pavimentos rígidos y pavimentos de adoquines

Con base en los resultados del inventario daños, el Consultor deberá calcular el Índice de Condición PCI de pavimentos rígidos y pavimentos de adoquines según las normas ASTM D6433 y ASTM E2840 respectivamente.

5.5 MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL IRI, AHUELLAMIENTO Y TEXTURA SUPERFICIAL

Se deberá medir el Índice de Rugosidad Internacional según las consideraciones y procedimientos descritos en la "Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del Ministerio de Transporte - INVÍAS, Etapa 3 – Evaluación de la Condición global del Pavimento; numeral 3.2. Determinación del índice de deterioro del Pavimento, o según la guía o norma del INVÍAS que se encuentre vigente.

La medición podrá hacerse con los sistemas de precisión igual a superior a los indicados en la siguiente tabla, según el nivel de jerarquía establecido para el proyecto:

Tabla 4 – Niveles de jerarquía para la evaluación de la rugosidad de los pavimentos

Nivel de Jerarquía	RUGOSIDAD	AHUELLAMIENTO	TEXTURA SUPERFICIAL

Nivel 1	Medición del perfil, ahuellamiento y textura con equipos de alto rendimiento y alta precisión		
Nivel 2	Equipos de alto rendimiento y alta precisión		Manual en sitios representativos
Nivel 3	Topografía o Perfilómetro Merlín	Manual, cada 50 m como mínimo	Manual en sitios representativos

5.5.1 Medición del perfil con alta precisión y con equipos de alto rendimiento

Se deberán emplear equipos de alto rendimiento capaces de medir, calcular en tiempo real, mostrar en pantalla, y almacenar (en el disco duro del computador) los datos de perfil longitudinal y rugosidad de carretera en ambas trazas de rueda (también llamadas huellas) y/o los datos de ahuellamiento, la macrotextura del pavimento (utilizando un láser de al menos 32 KHz), pendiente longitudinal y transversal, además de la posición del vehículo (metraje) y velocidad, deberá tenerse en cuenta la normativa INV E-790-13 y INV-E-794-13.

El sistema deberá cumplir con los requisitos estipulados en la norma ASTM E 950, "Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with An Accelerometer Established Inertial Profiling Reference" ("Método Estándar de Prueba para Medir el Perfil Longitudinal de Superficies Recorridas por Medio de Un Perfil Inercial Establecido con Un Acelerómetro") y el Artículo Técnico Núm. 46 del Banco Mundial "Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements" ("Lineamientos para Realizar y Calibrar Mediciones de la Irregularidad Superficial de los Caminos").

Para la medición de la macrotextura, el sistema debe cumplir con la norma ASTM E 1845, "Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth". Se podrá medir con cualquiera de los siguientes equipos: el SCRIM, el GRIPTESTER, y el Mu Meter siempre que se acredite la fórmula de paso para la obtención de los valores del coeficiente de fricción (rozamiento) transversal CRT. Los equipos deben permitir el obtener con precisión la rugosidad de las vías sin verse afectados por la incidencia de la variación de la velocidad en la toma de datos, ya que en la auscultación de vías urbanas no es posible conservar una velocidad constante para el registro de la medición, como si es factible en vías interurbanas, deberá tenerse en cuenta la normativa ISO-13473-1,2,3.

El procedimiento de medición deberá obtener una lectura continua de la superficie de pavimento representada en valores de IRI, en m/km, de macrotextura (mm), y ahuellamiento (mm). Las mediciones se realizarán en todos los carriles existentes registrando los parámetros antes mencionados en ambas huellas. Se deberán asignar valores promedio y mínimo en cada unidad establecida para la asignación del de los indicadores de daños (mínimo cada 100m).

La calibración y determinación de la aptitud de uso del equipo deberán ser hacerse según los requerimientos y recomendaciones establecidos por el fabricante del equipo y para este caso particularmente a lo establecido en la especificación ASTM E 950.

5.5.2 Medición de la rugosidad con otros sistemas

Las mediciones de rugosidad con otros sistemas deberán hacerse siguiendo las indicaciones de la Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras, del INVÍAS.

5.5.3 Medición manual del ahuellamiento y la textura

Las mediciones manuales del ahuellamiento y la textura deberán hacerse según las indicaciones del Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles, del INVÍAS.

5.6 MEDICIÓN DEL COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO

La medición de la resistencia al deslizamiento, o fricción superficial, se efectuará según las consideraciones y procedimientos descritos en la "Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del Ministerio de Transporte - INVÍAS, Parte 2, Capítulo 6 “Guías para la medición de la resistencia al deslizamiento”, o según la guía o norma del INVÍAS que se encuentre vigente.

Las mediciones deberán hacerse según el correspondiente nivel de jerarquía, según se muestra en la siguiente tabla y las indicaciones de los numerales siguientes.

Tabla 5 – Niveles de jerarquía para la evaluación del coeficiente de resistencia al deslizamiento

Nivel de Jerarquía	GRADO DE CONFIABILIDAD EN LA TOMA DE INFORMACIÓN
Nivel 1	Medición continua con equipos de alto rendimiento en una de las dos huellas de todos los carriles.
Nivel 2	Medición continua con equipos de alto rendimiento en una de las dos huellas del carril por donde circulan más vehículos pesados en cada sentido de circulación.
Nivel 3	Medición con equipo manual a intervalos de 50 m (máximo) en toda la vía.
Nivel 4	Medición con equipo manual a intervalos de 50 m (máximo) en sitios representativos.

5.6.1 Medición del coeficiente de resistencia al deslizamiento de manera continua con equipos de alto rendimiento (Niveles 1 y 2)

Se medirá el coeficiente de resistencia al deslizamiento tomando medidas en una las dos rodadas o huellas del carril por evaluar; en cualquier caso, se medirán los carriles que tengan capas de rodadura distintas o en distinta condición. Se reportarán los valores promedio cada 20 m y cada 100 m.

Se podrá utilizar cualquiera de los siguientes equipos: Mu Meter, SCRIM o Grip Tester. El parámetro por reportar es el coeficiente CRT (Coeficiente de Rozamiento Transversal) medido con el Mu Meter; los coeficientes medidos con los otros equipos deberán reportarse tanto en valores directamente medidos por el equipo como en valores equivalentes del Mu Meter, calculados mediante correlaciones reportadas en la literatura especializada.

Las normas para los equipos y la realización de las mediciones son:

- **Mu meter**: ASTM E670 “Standard Test Method for Testing Side Force Friction on Paved Surfaces Using the Mu-Meter”.
- **SCRIM**: BS 7941-1:2006 “Methods for measuring the skid resistance of pavement surfaces. Sideway-force coefficient routine investigation machine”.
- **Grip Tester**:

(a) INV E-815 “Medida de la Resistencia al Deslizamiento de pavimentos y otras superficies sometidas a tránsito, empleando un dispositivo de rueda parcialmente bloqueada con grado de deslizamiento fijo”.
(b) ASTM E2340 / E2340M “Standard Test Method for Measuring the Skid Resistance of Pavements and Other Trafficked Surfaces Using a Continuous Reading, Fixed-Slip Technique”.
(c) BS 7941-2:2000 “Methods for measuring the skid resistance of pavement surfaces -Test method for measurement of surface skid resistance using the GripTester braked wheel fixed slip device”.

5.6.2 Medición manual del coeficiente de resistencia al deslizamiento (Niveles 2 y 3)

La medición manual del coeficiente de resistencia al deslizamiento deberá hacerse según la norma INV E-792 “Medida del coeficiente de resistencia al deslizamiento usando el péndulo británico”; se deberán reportar tanto los valores directamente medidos con el péndulo británico como los valores equivalentes del Mu Meter, calculados mediante correlaciones reportadas en la literatura especializada.

5.7 MEDIDA DE LAS DEFLEXIONES DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Los objetivos de la evaluación de los pavimentos por medio de deflectometría son:

- Evaluar la capacidad estructural del pavimento.
- Evaluar la uniformidad o heterogeneidad de la respuesta estructural.
- Detectar sitios críticos en el pavimento.

- Obtener indicación sobre la vida residual del pavimento.
- Determinar las características mecánicas de la subrasante y las diferentes capas del pavimento.
- En el caso de pavimentos rígidos, evaluar adicionalmente la transferencia en las juntas.

Las mediciones podrán hacerse con deflectómetro dinámico de impacto (FWD) o viga Benkelman (VB), dependiendo del nivel de jerarquía indicado en los Términos de Referencia:

Tabla 6 – Niveles de información para la toma de deflexiones

Nivel de Jerarquía	SISTEMA DE MEDICIÓN DE DEFLEXIONES	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MEDICIONES
Nivel 1	FWD	50 m
Nivel 2	FWD	200 m
Nivel 3	VB	200 m

En todos los casos, los resultados de las mediciones deberán ajustarse según las condiciones climáticas y de temperatura, siguiendo las indicaciones de la Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras, del INVÍAS.

5.7.1 Medida de las deflexiones con deflectómetro dinámico de impacto

Se deberán tomar medidas de deflexiones de las estructuras de pavimento con deflectómetros tipo FWD de alto rendimiento, que posean automatización en el registro de la curva completa de deflexión, con espaciamientos definidos a lo largo de todo su cuenco de deflexión, por acción de una carga dinámica. El equipo debe contar con al menos 7 sensores y debe cumplir con las especificaciones establecidas en las normas ASTM D 4694 e INV-E-798.

El Deflectómetro debe estar debidamente calibrado para su utilización para lo cual debe seguir las siguientes normas, además de los requerimientos del proveedor: Norma INV E-798-13 "Método para medir Deflexiones Mediante Deflectómetro de Impacto (FWD)". La frecuencia de la calibración y la verificación de las celdas de carga y sensores de deflexión se deberá realizar según lo indicado en la Norma de Ensayo INV E- 797-13 "Medida de Deflexión en Pavimentos", tablas N°1 y N°2. La calibración se deberá realizar al inicio y cada dos mil kilómetros.

5.7.2 Medida de las deflexiones con Viga Benkelman

Las mediciones de deflexión con Viga Benkelman deberá hacerse según la norma INV E-795-13. Deberán usarse dos Vigas Benkelman o una viga Benkelman doble para medir simultáneamente la deflexión bajo las ruedas y la deflexión a 25 cm.

5.8 Determinación de los espesores de las capas que conforman la estructura de pavimento

La determinación de los espesores de las capas de pavimento deberá hacerse según las indicaciones de la siguiente tabla, para el nivel de jerarquía definido para el proyecto:

Tabla 7 – Niveles de información para la medición de los espesores de las capas del pavimento

Nivel de Jerarquía	MEDICIÓN INDIRECTA	MEDICIÓN DIRECTA
Nivel 1	Medida continua con georradar	Perforaciones de comprobación cada 250 m como máximo.
Nivel 2	Medida continua con georradar	Perforaciones de comprobación cada 500 m como máximo.
Nivel 3	N/A	Perforaciones cada 500 m como máximo.

Fuente: Propia.

Se deberá definir el espesor de las capas que conforman la estructura de pavimento de manera continúa empleando métodos no destructivos de acuerdo con las consideraciones y el procedimiento descrito en la Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras del INVÍAS, Parte 2 Recolección de Información - Capítulo 8 Guías para la caracterización estructural del pavimento mediante pruebas no destructivas – medida de deflexiones.

La calibración y la verificación del adecuado funcionamiento del equipo deberá hacerse según las especificaciones del fabricante, siguiendo los lineamientos de las normas ASTM D4748 y ASTM D6087. El quipo deberá contar con dos antenas: la primera, con frecuencia de operación entre 800 Mhz y 1000 Mhz, y la segunda, con frecuencia entre 300 Mhz y 500 Mhz. Nunca se deberán realizar medidas de georadar durante lluvia o si la superficie de pavimento está húmeda.

Dado que los espesores de la estructura de pavimento serán utilizados para el cálculo del número estructural efectivo, en el caso de pavimentos flexibles y de adoquines, o de las propiedades mecánicas y del concreto en el caso de pavimentos rígidos, se requiere de manera particular obtener los espesores de cada una de las capas que componen la estructura de pavimento en los sitios donde se midieron las deflexiones.

5.9 ESTIMACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE MR Y DEL NÚMERO ESTRUCTURAL EFECTIVO SNE EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE ADOQUINES

A partir de los resultados de las deflexiones y de los espesores de la estructura de pavimento, se deberá estimar el módulo resiliente de la subrasante MR y el número estructural efectivo SNE mediante la técnica del retrocálculo, bajo las consideraciones de la metodología de diseño de pavimentos AASHTO/93 (AASHTO guide for design of pavement structures), siguiendo las indicaciones particulares de la Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras del INVÍAS.

Se deberá asignar valores de MR y SNE promedio a cada uno de los tramos establecidos para la asignación del IS y del IRI.

5.10 ESTIMACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (K), MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (EC) Y TRASFERENCIA DE CARGAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO

A partir de los resultados de las deflexiones y de los espesores de la estructura de pavimento, se deberán estimar el Módulo de Reacción de la Subrasante, el Módulo de Elasticidad del Concreto y la Trasferencia de Cargas en pavimentos de concreto, aplicando la metodología de diseño de pavimentos AASHTO/93 (AASHTO guide for design of pavement structures).

Se deberá asignar valores de k, Ec y transferencia de cargas promedio a cada uno de los tramos establecidos para la asignación del PCI y del IRI.

5.11 Núcleos y Apiques en pavimentos existentes

Con el fin de verificar los espesores de las capas de pavimento y tomar muestras para evaluar la calidad de los materiales que las constituyen, se deberán ejecutar apiques y tomar núcleos de las capas ligadas (capas asfálticas, losas de concreto, capas estabilizadas); cuando la estructura de pavimento tenga varias capas asfálticas, todas las capas deben incluirse en un solo núcleo para poder calificar la adherencia entre ellas, tanto en el proceso de extracción como en la inspección posterior. Para la planeación y ejecución de estas actividades, se deberán tener en cuenta los lineamientos de la Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del MT-INVÍAS, parte 2, Capítulo 10 - Guías para la Caracterización de los Materiales del Pavimento y de la Subrasante mediante Pruebas Destructivas.

Los apiques se deberán ejecutar tanto en sitios representativos de la vía como en sitios fallados, para establecer las causas de esta condición. La profundidad de estos apiques debe ser, como mínimo, hasta penetrar 60cm dentro de la subrasante (natural o en terraplén).

Durante la ejecución de los apiques, se deberán realizar ensayos de penetrómetro dinámico PDC en capas granulares y subrasante, norma INV E-172. También podrán hacerse ensayos con el deflectómetro de impacto liviano (LWD) la norma ASTM E2583 "Standard Test Method for Measuring Deflections with a Light Weight Deflectometer (LWD)", para medir la respuesta

dinámica de los materiales ante las cargas y determinar los módulos resilientes de la subrasante y/o de las capas de base y sub-base.

El número de exploraciones y ensayos depende de la homogeneidad o heterogeneidad de la estructura de pavimento. Para establecer el número mínimo, se deben seguir los lineamientos establecidos en la Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras del INVÍAS.

De cada exploración se elaborará un registro de campo que contenga, como mínimo, la siguiente información:

- Localización.
- Perfil estratigráfico, con la descripción e identificación visual de las capas de pavimento y de los suelos de subrasante encontrados, según la norma de ensayo INV E-102.
- Profundidad y tipo de las muestras tomadas.
- Registro de ensayos de campo.
- Registro fotográfico, en el cual se pueda observar fecha, muestras, localización, número de la exploración.

En las siguientes tablas se presentan los ensayos típicos que se deben realizar en las muestras recuperadas de los pavimentos existentes.

Tabla 8 – Ensayos típicos en suelos de subrasante y capas granulares

ENSAYO	NORMA INV
Humedad natural.	E-122
Límite líquido.	E-125
Límite plástico.	E-126
Granulometría.	E-123
%Pasa tamiz de 75µm (Tamiz No 200).	E-214
CBR inalterado (subrasante) de laboratorio, con % de expansión.	E-148
Cambio volumétrico potencial (CVP).	E-120
Relaciones de humedad – Peso unitario seco en los suelos.	E – 141 o E – 142
Densidad in-situ.	E-161/164

Tabla 9 – Ensayos típicos en capas estabilizadas con ligantes hidráulicos

ENSAYO	NORMA INV
Resistencia a la compresión inconfinada.	E-809

Tabla 10 – Ensayos típicos en capas asfálticas

ENSAYO	NORMA INV
Densidad.	E-733/734
Composición volumétrica.	E-736
Contenido de asfalto.	E-732
Granulometría del agregado.	E-782
Estabilidad y Flujo Marshall sobre núcleos.	E-748
Módulo resiliente sobre núcleos.	E-749
Resistencia de la mezcla a la acción del agua (ensayo TSR).	E-725

Tabla 11 – Ensayos típicos sobre asfaltos recuperados de las capas asfálticas

ENSAYO	NORMA INV
Recuperación de asfalto.	E-759
Penetración.	E-706
Punto de Ablandamiento.	E-712
Viscosidad a 60°C.	E-716/717

Tabla 12 – Ensayos típicos sobre núcleos de concreto

ENSAYO	NORMA INV
Densidad.	E-405
Tracción indirecta.	E-411
Módulo de elasticidad.	E-424

5.11.1 Perfiles estratigráficos y resumen de resultados de ensayos

A partir de los registros de campo, y utilizando los resultados de los ensayos de laboratorio, se elaborarán perfiles estratigráficos por apique o sondeo, debidamente referenciados y con una descripción clara de los suelos encontrados, incluyendo capas de afirmado y de mejoramiento, mencionando la descripción de los suelos y su clasificación, presencia de sobre tamaños, materia orgánica, color, resistencias in situ, entre otros. Se debe mencionar la presencia o no del nivel freático.

Además, se debe generar una tabla resumen de ensayos y clasificación de suelos que permita condensar la caracterización geotécnica obtenida.

Se debe incluir una localización de la exploración geotécnica georreferenciada con coordenadas y abscisas en lo posible, postes de referencia (PR) o señales de localización si los hay, y otros detalles relevantes como poblaciones, sitios de interés, construcciones, accidentes notorios del terreno, vegetación particular.

De cada exploración, se debe incluir un registro fotográfico en el cual se muestre el número de la exploración, la localización, la fecha de ejecución y las muestras tomadas.

5.11.2 Definición de tramos homogéneos por características de las estructuras de pavimento y la subrasante

Se deberá dividir la vía en tramos homogéneos por características de las estructuras de pavimento y los suelos de subrasante encontrados.

La identificación de los tramos homogéneos se debe hacer teniendo en cuenta:

- Condición general de la subrasante.
- Composición de la estructura de pavimento.
- Respuesta a las cargas (evaluación deflectométrica).
- Daños superficiales y sus indicadores (IS o PCI).
- Resistencia al deslizamiento.

Se recomienda hacer diagramas con los perfiles de las propiedades evaluadas, que permitan observar los cambios significativos que justifiquen demarcar fronteras entre los diferentes tramos homogéneos; también se recomienda emplear el método de las diferencias acumuladas para definir los tramos homogéneos (INV E - 821).

Si en un determinado tramo se presenta gran heterogeneidad en las estructuras de pavimento y/o en los suelos de subrasante que no permitan la determinación de uno de ellos como predominante, el diseño se basará en el más desfavorable que se encuentre.

CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE GEOTECNIA PARA PAVIMENTOS DE AMPLIACIONES Y TRAMOS NUEVOS

El objetivo del estudio de geotecnia para el diseño de pavimentos en ampliaciones de calzada y tramos nuevos es determinar las características de la subrasante que servirá de apoyo o fundación a las estructuras de pavimento, tanto desde el punto de vista de diseño (capacidad y desempeño durante la vida del pavimento) como de construcción. Incluye el estudio de los suelos de cortes y préstamos que pueden usarse para la construcción de las subrasantes en terraplén.

El estudio de suelos que se requiere para obtener la caracterización adecuada de los suelos que constituirán, total o parcialmente, la subrasante del pavimento se debe realizar, normalmente, en dos etapas:

- Etapa 1: Estudio general.
- Etapa 2: Estudio complementario.

En ambas etapas, deberán ejecutarse exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, como se describe a continuación:

6.1 ETAPA 1: ESTUDIO GENERAL DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE

6.1.1 Objetivos

Los objetivos de esta etapa son los siguientes:

- Definir la estratigrafía de los suelos a lo largo de la vía y las características generales de cada uno de los estratos (humedad, clasificación, resistencia o capacidad de soporte).
- Determinar de la profundidad del nivel freático.
- Identificar suelos que presenten características mecánicas y de estabilidad volumétrica indeseables, que impidan que el suelo natural como tal se pueda utilizar como subrasante de la estructura del pavimento.
- Identificar los suelos que generarán problemas durante la etapa de construcción.
- Definirlos los tramos homogéneos
- Planear la exploración complementaria de los suelos de subrasante.

6.1.2 Trabajos de campo

La exploración de la subrasante se debe realizar por medio de sondeos (manuales o mecánicos) y/o apiques. En el caso de sondeos, el equipo de perforación debe permitir la toma de muestras de tamaño suficiente para poder identificar y caracterizar apropiadamente los diferentes estratos de suelo.

El espaciamiento y la profundidad de las exploraciones depende del tipo de proyecto y de las características de los suelos en cada sitio. Por lo tanto, no es posible establecer reglas fijas para todos los proyectos.

En la siguiente tabla se dan unos valores sugeridos para el espaciamiento de las exploraciones en función de la categoría de tránsito, que podrán ser adaptados a las condiciones particulares de cada proyecto; la profundidad debe ser, como mínimo, 1.5 a 2.0 metros a partir de la cota de subrasante.

Tabla 13 – Espaciamiento de las exploraciones

CATEGORÍA DE TRÁNSITO	ESPACIAMIENTO LONGITUDINAL MÁXIMO, m
NT1	500
NT2	250
NT3	200

En forma adicional a esta investigación sistemática, se deben efectuar algunas investigaciones hasta 6.0m de profundidad para:

- Confirmar que no hay suelos inadecuados a mayores profundidades.
- Identificar las condiciones de agua subterránea.
- Localizar la roca dentro de la zona de influencia.

En sitios donde se sospeche presencia de estratos con problemas de comportamiento mecánico (como suelos con alto contenido de materia orgánica y suelos blandos), de estabilidad volumétrica (suelos expansivos o susceptibles a cambios volumétricos importantes, suelos colapsables), de asentamientos, de drenaje y sitios con suelos saturados, las profundidades de perforación deben ser aumentadas según criterios geotécnicos y se deben realizar exploraciones más cercanas que permitan definir el sector de la vía que presenta el suelo problemático.

6.1.3 Toma de muestras

De cada exploración, se tomarán muestras alteradas e inalteradas con suficiente frecuencia (al menos una por tipo de suelo y/o con separación máxima de 50 cm) con herramientas que aseguren la conservación de la estratigrafía (sin contaminación con otros estratos) y contenido de humedad, de acuerdo con las normas INV E-105, E-109 y E-112. Las muestras deben ser adecuadamente empacadas, selladas, referenciadas y almacenadas para prevenir cambios de humedad y permitir la sistematización de los procesos de laboratorio, todo de acuerdo con lo establecido por la norma INV E-103.

6.1.4 Ensayos de campo

En sitios donde las cotas de subrasante sean relativamente superficiales, se deben realizar pruebas de penetrómetro dinámico de cono, PDC, norma INV E-172, a partir de la cota de subrasante hasta mínimo 1.0 m de profundidad. Los sondeos deben ser de un diámetro adecuado para poder manipular el equipo y realizar cómodamente la prueba.

En los apiques, también podrán hacerse ensayos con el deflectómetro de impacto liviano (LWD), norma ASTM E2583 “Standard Test Method for Measuring Deflections with a Light Weight Deflectometer (LWD)”, para medir la respuesta dinámica de los suelos de subrasante y determinar su módulo resiliente.

6.1.5 Ensayos de laboratorio

Los ensayos obligatorios en esta etapa son los básicos para clasificar los suelos, humedad natural, límites líquido y plástico, granulometría o contenido de finos. Además, se debe medir alguno de los índices que permite detectar de manera confiable el potencial de cambio volumétrico del suelo, según los criterios establecidos en la norma INV E-132.

6.1.6 Registros de campo de las exploraciones

De cada exploración se elaborará un registro de campo que contenga, como mínimo, la siguiente información:

- Localización.
- Perfil estratigráfico, con la descripción e identificación visual de los suelos encontrados, según la norma de ensayo INV E-102.
- Profundidad y tipo de las muestras tomadas.
- Registro de ensayos de campo.
- Registro fotográfico, en el cual se pueda observar fecha, muestras, localización, número de la exploración.

Las siguientes tablas presentan los ensayos mínimos que se deben realizar en la exploración general de la subrasante.

Tabla 14 – Ensayos mínimos en suelos de subrasante natural

ENSAYO	NORMA INV
Gravedad específica.	E-128, 222 o 223
Humedad natural.	E-122
Límite líquido.	E-125
Límite plástico.	E-126
Granulometría.	E-123
%Pasa tamiz de 75µm (Tamiz No 200).	E-214
Contenido de materia orgánica.	E-121
CBR de laboratorio, con % de expansión.	E-148
Cambio volumétrico potencial (CVP).	E-120
Relaciones de humedad – Peso unitario seco en los suelos.	E – 141 o E – 142

Tabla 15 – Ensayos mínimos en materiales para terraplenes

ENSAYO	NORMA INV
Límite líquido.	E-125
Límite plástico.	E-126
Granulometría.	E-123
%Pasa tamiz de 75µm (Tamiz No 200).	E-214
Contenido de materia orgánica.	E-121
Relaciones de humedad – Peso unitario seco en los suelos.	E – 141 o E – 142
CBR de laboratorio, con % de expansión.	E-148
Índice de Colapso.	E-157

ENSAYO	NORMA INV
Contenido de sales solubles.	E-158

Tabla 16 – Ensayos químicos en suelos de subrasante y en suelos para terraplenes para estudio de estabilizaciones con cemento hidráulico, cal o cenizas

ENSAYO	NORMA
Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo.	UNE 103201

Las muestras de suelos se clasificarán utilizando según los sistemas SUCS (INV E-181) y AASHTO (INV E-180).

6.1.7 Perfiles estratigráficos y resumen de resultados de ensayos

A partir de los registros de campo, y utilizando los resultados de los ensayos de laboratorio, se elaborarán perfiles estratigráficos por apique o sondeo, debidamente referenciados y con una descripción clara de los suelos encontrados, incluyendo capas de afirmado y de mejoramiento, mencionando la descripción de los suelos y su clasificación, presencia de sobre tamaños, materia orgánica, color, resistencias in situ, entre otros. Se debe mencionar la presencia o no del nivel freático.

Además, se debe generar una tabla resumen de ensayos y clasificación de suelos que permita condensar la caracterización geotécnica obtenida.

Se debe incluir una localización de la exploración geotécnica georreferenciada con coordenadas y abscisas en lo posible, postes de referencia (PR) o señales de localización si los hay, y otros detalles relevantes como poblaciones, sitios de interés, construcciones, accidentes notorios del terreno, vegetación particular.

De cada exploración, se debe incluir un registro fotográfico en el cual se muestre el número de la exploración, la localización, la fecha de ejecución y las muestras tomadas.

6.1.8 Definición de tramos homogéneos por características de la subrasante

Se deberá dividir la vía en tramos homogéneos por características de los suelos de subrasante, con base en los resultados del estudio general.

La identificación de los tramos homogéneos se debe hacer teniendo en cuenta:

- Condición general de la subrasante:

    (a) Subrasante conformada por el suelo natural.

(b) Subrasante conformada por el suelo natural mejorado mediante compactación o adición de estabilizantes.
(c) Remoción parcial del suelo natural para conformar una capa de subrasante con material de préstamo.
(d) Subrasante correspondiente a la corona de terraplenes.
(e) Subrasante obtenida por mejoramientos complejos, cuando el espesor del suelo natural inadecuado es importante y no se puede colocar suelo importado directamente sobre él.

- Perfil estratigráfico.
- Perfil de resistencia.
- Perfil de índice de consistencia y su variación en la profundidad.

Se recomienda hacer diagramas con los perfiles de las propiedades evaluadas, que permitan observar los cambios significativos que justifiquen demarcar fronteras entre los diferentes tramos homogéneos; también se recomienda emplear el método de las diferencias acumuladas para definir los tramos homogéneos (INV E - 821).

Si en un determinado tramo se presenta gran heterogeneidad en los suelos de subrasante que no permitan la determinación de uno de ellos como predominante, el diseño se basará en el más desfavorable que se encuentre.

6.2 ETAPA 2: ESTUDIO COMPLEMENTARIO DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE

El estudio complementario de suelos de subrasante busca recopilar, por medio de las exploraciones y ensayos adicionales que se requieran, la información requerida para lograr los siguientes objetivos:

- Aclarar las dudas que pueden existir sobre la división de los tramos homogéneos y precisar sus límites.
- Determinar, para cada tramo homogéneo, el comportamiento mecánico característico del tramo para el nivel de confianza establecido.
- Evaluar la capacidad de soporte de la subrasante para el nivel de confianza establecido en el proyecto.

El mínimo número de ensayos de capacidad de soporte de la subrasante, para cada tramo homogéneo es el indicado en la siguiente tabla. Dependiendo de la dispersión de los ensayos de capacidad de soporte en cada tramo, se puede requerir la ejecución de ensayos adicionales, para lograr el nivel de confianza establecido en el proyecto.

Tabla 17 – Ensayos mínimos para determinar la capacidad de soporte de la subrasante para diseño para por tramo homogéneo.

ENSAYO	Norma INV	Número mínimo de ensayos		
		NT1	NT2	NT3

CBR	**E-148 o E-169**	**3**	**4**	**4**
Módulo Resiliente	**E-156**	**-**	**-**	**2**

CAPÍTULO 7. FUENTES DE MATERIALES

Este capítulo se refiere a la localización, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de la estructura del pavimento, concretos estructurales, terraplenes, pedraplenes y otros usos y al acopio de información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes, teniendo en cuenta los criterios y requisitos establecidos en el numeral correspondiente el Estudio de Impacto Ambiental.

Este capítulo deberá contener los resultados tanto de los trabajos de campo, como de los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras representativas de las fuentes estudiadas, así como la determinación de volúmenes aprovechables y métodos de explotación.

Se deberá incluir un esquema de localización de las fuentes, así como esquemas individuales para las finalmente recomendadas, en los cuales se indiquen los accesos, su estado y tipo de superficie, distancias al proyecto, ubicación de los puntos donde se tomaron las muestras representativas, tipos y volúmenes de material utilizable y descartable, descapote, y sistemas recomendados de explotación y producción. Igualmente, se incluirá un diagrama claro con el plan de utilización recomendado.

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

Si las alternativas de estructuras de pavimento contemplan el uso de capas estabilizadas, se deberán estudiar en el laboratorio las alternativas de estabilización de los materiales disponibles, presentando los cálculos y resultados de los diseños respectivos.

Para el caso de las mezclas asfálticas y de hormigón, se deberán presentar los cálculos y los resultados de los diseños de laboratorio, fórmulas de trabajo, con los análisis y conclusiones correspondientes. En todos los casos, se deberá incluir tanto la información pertinente a los componentes constitutivos de las mezclas, como su combinación.

7.1 TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo comprenden las actividades de Exploración, localización y accesos.

Se deberán realizar las investigaciones necesarias por medio de sondeos, apiques, trincheras u otros procedimientos para determinar los volúmenes disponibles de materiales y obtener las muestras representativas, las cuales se deberán someter a ensayos que permitan definir las características de los materiales para los diversos usos, teniendo en cuenta las especificaciones generales y particulares de construcción de materiales aplicables al proyecto.

Se hará la descripción y caracterización de las fuentes de materiales, describiendo los sitios donde se realicen apiques y perforaciones, realizando la respectiva localización en un plano.

Igualmente, deberá presentarse un esquema de localización indicando los accesos y su estado, distancias a la obra, así como puntos de investigación del subsuelo, en concordancia con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental.

7.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Se presentarán los resultados de todos los ensayos de laboratorio llevados a cabo, indicando los usos, métodos de explotación, normas y las observaciones que se deriven de cada uno de ellos para cada fuente.

Se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVÍAS, según el uso que se pretenda dar a los materiales de las diferentes fuentes. En el caso de agregados para mezclas asfálticas, se deben realizar adicionalmente ensayos de sección delgada.

7.3 ANÁLISIS PLAN DE UTILIZACIÓN

Se debe elaborar un plan de utilización de fuentes y acarreos de materiales para cada fuente estudiada con relación al proyecto en estudio.

El plan de utilización de fuentes y materiales debe indicar las abscisas de origen y terminación del proyecto, el nombre de las ciudades o poblaciones correspondientes a estas abscisas. Debe incluir una descripción clara del sitio de ubicación de la fuente anotando la abscisa y la carretera o carreteable en la cual se encuentra ubicada.

Es importante anotar si hay acceso a la fuente. En caso contrario, se debe indicar la longitud aproximada de construcción.

Se debe indicar el uso previsto para los materiales en la construcción de: terraplenes, capas granulares, capas estabilizadas, capas asfálticas, tratamientos superficiales, concretos hidráulicos o el que se defina en el diseño.

Debe indicar el volumen estimado del material por utilizar por cada fuente de material.

Se deberá indicar, en caso de ser necesaria, la utilización de explosivos o cualquier técnica especial para la explotación de la fuente.

7.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

Se presentarán los resultados de todos los ensayos de laboratorio llevados a cabo, indicando los usos, métodos de explotación, normas y las observaciones que se deriven de cada uno de ellos para cada fuente.

Los ensayos por realizarle a las fuentes de materiales como mínimo deben ser: Desgaste en la máquina de los ángeles, solidez, materia orgánica, azul de metileno, equivalente de arena, gradación, límites de consistencia, características químicas, petrografía y mineralogía, de no tener instalada aun la trituradora. Si la trituradora se encuentra instalada y funcionando se

deberán realizar todos los ensayos exigidos en el artículo 300 de las Especificaciones Técnicas del INVÍAS vigentes al momento de los estudios.

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

7.5 ANÁLISIS PLAN DE UTILIZACIÓN

Se debe elaborar un plan de utilización de fuentes y acarreos de materiales para cada fuente estudiada.

El plan de utilización de fuentes y materiales debe indicar las abscisas de origen y terminación del proyecto, el nombre de las ciudades o poblaciones correspondientes a estas abscisas. Debe incluir una descripción clara del sitio de ubicación de la fuente anotando la abscisa y la carretera o carreteable en la cual se encuentra ubicada.

Es importante anotar si hay acceso a la fuente. En caso contrario, se debe indicar la longitud aproximada de construcción.

Se debe indicar el uso previsto para los materiales en la construcción de: terraplenes, sub- base granular, base granular, base asfáltica, de gradación abierta, concreto, asfáltico, doble riego con emulsión asfáltica, o el que se defina en el diseño.

Debe indicar el volumen estimado del material a utilizar por cada fuente de material.

Se deberá indicar en caso de ser necesaria la utilización de explosivos o cualquier técnica especial para la explotación de la fuente.

CAPÍTULO 8. DISEÑO DE SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN PARA PAVIMENTOS EXISTENTES

8.1 REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Este capítulo deberá contener un estudio y análisis completo de alternativas de intervención analizadas de acuerdo con las metodologías y criterios incluidos en la Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos del INVÍAS. Como allí se indica, las soluciones propuestas deben ser analizadas por métodos empíricos (AASHTO/93) y métodos racionales.

Los análisis se pueden complementar con otras metodologías recomendadas por el especialista de la consultoría con el visto bueno de la Interventoría, de allí se debe extraer la mejor alternativa que sea técnica, económica, y funcional para el proyecto. Para tal fin, se tendrá en cuenta la información geotécnica y el análisis de tránsito (número de repeticiones esperadas.

El período de diseño del pavimento será el que establezca el manual de pavimentos del INVÍAS, de acuerdo con las características de la vía.

8.2 PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES DE REFUERZO

Si la condición del pavimento hace factible el planteamiento de soluciones con refuerzo sobre las capas antiguas, el Consultor deberá presentar un estudio y análisis completo de mínimo dos (2) alternativas de intervención básicas con capas asfálticas nuevas de refuerzo sobre capas antiguas preparadas adecuadamente (parcheo, colocación de capas de retardo de fisuras, etc.).

8.3 PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES CON RECICLAJE

El Consultor deberá presentar un estudio y análisis completo de mínimo dos (2) alternativas de intervención que incorporaren el uso óptimo de los materiales existentes en la vía, a través de técnicas de reciclado en frío o en caliente y estabilización.

8.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Todas las diferentes alternativas propuestas, que deben ser técnicamente equivalentes, serán evaluadas económica y ambientalmente para establecer el beneficio costo para escoger las mejores soluciones para el proyecto. En el proceso de análisis deberán tenerse en cuenta los criterios de sostenibilidad.

CAPÍTULO 9. DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA AMPLIACIONES Y TRAMOS NUEVOS

Para cada unidad homogénea de diseño, se deberán analizar varias alternativas de pavimento que resulten factibles para las condiciones del proyecto, haciendo énfasis en el mejor aprovechamiento de los materiales disponibles.

Las alternativas deberán ser evaluadas y comparadas para seleccionar las estructuras de pavimento más apropiadas para cada sector homogéneo.

9.1 PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES BÁSICAS DE PAVIMENTOS

Contendrá un estudio y análisis completo de mínimo dos (2) alternativas estructurales, definidas de acuerdo con las metodologías de los manuales y guías de diseño de pavimentos vigentes del INVÍAS; los análisis se podrán complementar con otras metodologías recomendadas por el especialista de la consultoría, con el visto bueno de la Interventoría

En caso de haya escasez de agregados de buena calidad en la zona para la construcción de bases y subbases granulares, las soluciones básicas deben contemplar alternativas con bases y/o subbases estabilizadas.

9.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS CON APROVECHAMIENTO ÓPTIMO DEL MATERIAL EXISTENTE EN EL CORREDOR

Con el fin de analizar el aprovechamiento óptimo de los materiales existentes en el corredor, se deberán plantear de mínimo dos (2) alternativas estructurales adicionales, contemplando:

- Aprovechamiento de los mejores materiales presentes en el corredor (materiales seleccionados o adecuados según las especificaciones INVÍAS, Artículo 220) para

mejorar la capacidad de soporte de la subrasante y reducir los espesores de las capas estructurales.

- Aprovechamiento general de los mejores materiales presentes en el corredor mediante estabilización, con el objeto también de para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante y reducir los espesores de las capas estructurales.
- En el caso de vías de bajo tránsito, se podrá estudiar la posibilidad de usar estabilizantes alternativos, siempre y cuando se cuente con suficiente evidencia técnica de su funcionamiento a largo plazo.

Las alternativas de estabilización por considerar deben estar dentro de las incluidas en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVÍAS.

9.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA REDUCCIÓN DEL USO DE AGREGADOS

Con el fin de evaluar la posibilidad de reducir al máximo el uso de agregados en las estructuras de pavimento (reducción de uso de recursos naturales), se deben plantear mínimo dos (2) alternativas estructurales contemplando la posibilidad de mejorar sustancialmente la capacidad de soporte de la subrasante por medio de técnicas como: uso degeosintéticos o estabilización de la subrasante de alta resistencia.

Las alternativas de estabilización por considerar deben estar dentro de las incluidas en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVÍAS.

9.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Todas las diferentes alternativas propuestas, que deben ser técnicamente equivalentes, serán evaluadas económica y ambientalmente para establecer el beneficio costo para escoger las mejores soluciones para el proyecto. En el proceso de análisis deberán tenerse en cuenta los criterios de sostenibilidad.

CAPÍTULO 10. DEFINICIÓN DE LA CAPA DE RODADURA PARA LA ESTRUCTURA DEL PUENTE

En caso de que el puente requiera la colocación de una capa de rodadura asfáltica sobre el tablero, el diseño establecerá el espesor de esta capa, el tipo de mezcla asfáltica por emplear y el tipo de liga.

CAPÍTULO 11. DISEÑO DE MEZCLAS

Se entregará informe de resultados de laboratorio del diseño de las diferentes mezclas que se prevea van a emplearse en la construcción del pavimento, indicando en cuadros y/o gráficos los análisis correspondientes y las conclusiones deducidas.

En particular, se tendrán en cuenta reciclajes en frío o en caliente, estabilizaciones de capas estructurales y suelos de subrasante, así como mezclas asfálticas y de concreto. Se deberán indicar, además, recomendaciones especiales y en caso de ser necesario formular las especificaciones particulares en cuanto a fabricación y/o construcción.

CAPÍTULO 12. SECCIONES TRANSVERSALES

Deberán incluirse los planos de las secciones típicas, de las diferentes secciones transversales del pavimento, indicando 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 de 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 con relación a las ampliaciones a lo largo del proyecto

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.

Las secciones deben incluir, donde se requiera, los sistemas de drenaje y subdrenaje.

CAPÍTULO 13. 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.

Dentro de las recomendaciones, se deben incluir, al menos, los siguientes aspectos:

13.1 Subrasante

- Manejo de la subrasante durante la construcción.
- Si los diseños incluyen el mejoramiento de la subrasante, describir los criterios de mejoramiento y su justificación, las actividades de mejoramiento y los ensayos y pruebas para verificar la capacidad de la subrasante mejorada durante la construcción.
- Ensayos y pruebas para verificar la capacidad de la subrasante durante la construcción.
- Requisitos de compactación para la subrasante, indicado espesor y ensayo de referencia (INV E-141 o E-142).

13.2 Estabilizaciones: reciclajes, capas estructurales, subrasante

- Controles especiales en el proceso de fabricación de la mezcla, si se requieren.
- Ensayos de laboratorio de control a la mezcla producida.
- Ensayos de control a los materiales originales (agregados reciclajes).
- Equipos recomendados.
- Medidas especiales en situaciones ambientales adversas.

13.3 Pavimentos Flexibles

- Controles especiales en el proceso de fabricación de la mezcla, tanto nueva como reciclada, si se requieren.
- Ensayos de laboratorio de control a la mezcla producida.
- Ensayos de control a los materiales granulares.
- Equipos recomendados.
- Medidas especiales en situaciones ambientales adversas.

13.4 Pavimentos Rígidos

- Controles especiales en el proceso de fabricación de la mezcla de concreto, si se requieren.
- Ensayos de laboratorio de control a la mezcla producida.
- Ensayos de control a los materiales granulares.
- Equipos recomendados para la colocación.
- Medidas especiales en situaciones ambientales adversas.
- Criterios para definir umbrales de corte de losas.
- Recomendaciones en la disposición de las losas según su modulación.
- Características mínimas de las formaletas.

13.5 Pavimentos Articulados

- Ensayos comprobatorios de resistencias de los adoquines.
- Recomendar la disposición de los adoquines según diseño.
- Especificaciones particulares de materiales de soporte como arenas de base y sello, si se requieren.
- Especificar el proceso constructivo de colocación y sellado de adoquines.
- Especificar los elementos de confinamiento de acuerdo con pendientes longitudinales.

13.6 Subdrenaje

En conjunto con el estudio de hidrología y drenaje, se deberán incluir las recomendaciones sobre las medidas de subdrenaje que se requieran para garantizar la durabilidad de las estructuras de pavimento.

ANEXOS

- Mapa de localización del proyecto.
- Registro de perforaciones y apiques de exploración en el terreno y ubicación en plano.
- Resultados de evaluación de pavimentos existentes incluyendo los perfiles de las estructuras encontradas.
- 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.

Se recomiendan las siguientes escalas para los planos:

- Planos de planta: 1/1000.

- Perfiles estratigráficos: 1/1000H y 1/100V.

- Secciones típicas de pavimento: 1/50.

- Detalles: 1/20.

VOLUMEN VII ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA
CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN
CAPÍTULO 4. ASPECTOS TÉCNICOS
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPÍTULO 6 ENTREGABLES Y ANEXOS

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

1.1. OBJETIVO

Realizar los diseños estructurales de los puentes, pontones o viaductos nuevos que sean requeridos para mejorar la eficiencia y operación en vías existentes. Se elaborará y presentará los diseños preliminares de las estructuras que sean requeridas, los documentos presentados deberán contener toda la información necesaria y completa para iniciarse construcción, siguiéndose las 3 fases de estudios y diseños establecidos en la ley 1682 de 2013.

1.2. ALCANCE

Elaborar y presentar los diseños estructurales de todas las obras requeridas con todos los componentes y elementos estructurales, que se requieran para materializar puentes, pontones o viaductos nuevos en campo. Los diseños deben especificar como mínimo y sin limitarse a estos, la ubicación, contexto y descripción del proyecto, memorias de cálculo, planos estructurales con despieces, conexiones, anclajes, correas, cables, etc., dimensiones y secciones de elementos, materiales, especificaciones, procesos constructivos, ensayos a desarrollar, cantidades, análisis de precios unitarios, recomendaciones, presupuesto, cronograma de obra, en el que se contemple temporadas de lluvias, cualquier otro documento que sea relevante para dar inicio a la materialización de las estructuras, velando por alcanzar el objetivo del proyecto.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Se recomienda integrar la metodología BIM, *Building Information Modeling*, para centralizar la información de todos los componentes involucrados en los proyectos y revisar todas las interferencias, inconsistencias, conflictos entre las diferentes especialidades, teniendo en cuenta que es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Si bien, no se impone al Consultor la implementación de esta metodología BIM, a menos que sea un requisito del contrato, los planos que se entreguen si deberán ser correctamente coordinados con las demás especialidades, y tener una expresión gráfica y escala adecuadas, de tal manera que sea legible y clara la información. Se deberá seguir lo establecido en la NTC 1580 DIBUJO TECNICO ESCALAS.

Se debe estudiar y considerar en el diseño y presupuesto todos los componentes técnicos, ambientales, prediales, jurídicos, entre otros, que tenga lugar en la ejecución del proyecto.

Con **DISEÑO ESTRUCTURAL** se refiere a la obtención de las dimensiones, materiales, configuración de secciones y características de todos los elementos estructurales definitivos, con los cuales se logra responder a las cargas impuestas en las estructuras, estableciéndose un sistema estructural, en función de los parámetros sísmicos y demás escenarios de hipótesis de carga y/o variables de entrada (con la validación y confirmación de la información suministrada por los otros profesionales que participan en el diseño) conforme a lo estipulado por las normativas vigentes aplicables.

El Consultor deberá definir la Metodología para el desarrollo del Estudio, documento que se deberá entregar a la Interventoría para su aprobación; y en el cual, se detallará la información secundaria y primaria con que se realizará el estudio y los trabajos de campo.

Se requiere que el Consultor realice retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas, que intervienen en el diseño integral de un proyecto. Al tratarse de proyectos viales, solo con una intercomunicación oportuna durante el período de análisis permitirá la correcta validación y consistencia de los parámetros que se adoptan en el diseño y del conjunto de variables que se derivan. El Consultor deberá validar que los parámetros que empleó en sus diseños son correspondientes con los obtenidos por las otras especialidades que intervienen en el proyecto, de acuerdo con los requerimientos que están en fase dos de cada especialidad.

De igual forma que en FASE UNO - PREFACTIBILIDAD, se requiere que el Consultor realice retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas, que intervienen en el diseño integral de un proyecto. Al tratarse de proyectos viales, solo con una intercomunicación oportuna durante el período de análisis permitirá la correcta validación y consistencia de los parámetros que se adoptan en el diseño y del conjunto de variables que se derivan. El Consultor deberá validar que los parámetros que empleó en sus diseños son correspondientes con los obtenidos por las otras especialidades que intervienen en el proyecto, de acuerdo con los requerimientos que están en fase dos de cada especialidad.

2.1.1. ESPECIFICACIONES Y NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

En el análisis y diseño de todas las estructuras, el Consultor deberá cumplir como mínimo, con los requerimientos pertinentes establecidos en los siguientes documentos vigentes al momento de la elaboración de los estudios:

- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP2014 – Resolución 108 de 2015 – Ministerio de Transporte.
- *Standard Specifications for highway bridges,* 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.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10.
- ICONTEC.
- ASTM.

- AWS Asociación Americana de Soldadura Especificación AWS D1.5 *Bridge Welding Code* versión vigente.
- AASHTO.
- En lo que aplique, el Sistema de Gestión de Puentes, acogido por la Entidad para la fecha de ejecución de los estudios.

2.1.2. FILOSOFÍA DE DISEÑO

Independientemente del tipo de análisis utilizado, se debe garantizar que las obras sean construibles y seguras, satisfaciendo los requisitos de equilibrio y compatibilidad, utilizando esfuerzo/deformación para el material propuesto, entre los métodos que aprueba el reglamento CCP14 están:

- Métodos clásicos de fuerza y desplazamiento.
- Método de las diferencias finitas.
- Método de los elementos finitos.
- Método de la placa plegada.
- Método de la franja finita.
- Método de la analogía del emparrillado.
- Método de las series u otro método armónico.
- Métodos basados en la formación de rótulas plásticas.
- Método de la línea de fluencia.
-

No se impone al Consultor la implementación de alguno de los métodos anteriormente nombrados, sin embargo, la implementación de algún otro método de diseño debe ser aprobado por la interventoría previamente.

2.1.3. CONDICIONES DE CARGA DE DISEÑO

El proyecto estructural considerará las siguientes condiciones de cargas de diseños, como mínimo:

2.1.3.1. DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONDICIONES DURANTE LA VIDA DE SERVICIO

En esta fase el diseño se realizará considerando las cargas actuantes durante la vida de servicio y las cargas eventuales como los movimientos sísmicos de diseño, así como los demás casos de carga que contempla la normativa que aplique según el tipo de estructura, simuladas sobre un modelo matemático apropiado a la estructura. Para el análisis de la estructural, se determinará los desplazamientos máximos y las fuerzas internas que se derivan de ellos. El Consultor presentará a la Interventoría las memorias de cálculo, en el cual se especificará la metodología de modelación y análisis. Todos los datos obtenidos mediante un software deberán ser estudiados y validados por la interventoría para su respectivo aval.

Los diseños de los elementos estructurales se llevarán a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia y del material estructural utilizado. Todos los elementos

estructurales se diseñarán de acuerdo con los requisitos de la normativa que aplique y en función de los resultados obtenidos por las otras especialidades. Por ejemplo, para 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 y los criterios geológicos, geotécnicos, hidráulicos y de socavación, definidos en los volúmenes relacionados a estas áreas de estudio.

2.1.3.2. DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONDICIONES DE MONTAJE

En esta etapa el diseño se realizará considerando las cargas generadas y asociadas a las condiciones del montaje y al proceso constructivo. Se verificará 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.

2.1.4. PRUEBA Y ENSAYOS

El Consultor recomendará las pruebas de resistencia de los materiales, prueba de carga o cualquier otro criterio de recepción de obra, que puedan representar incrementos en el presupuesto.

2.1.5. ENTREGABLES

Se debe estudiar y considerar en el diseño y presupuesto todos los componentes técnicos, ambientales, jurídicos, que tenga lugar en la ejecución del proyecto. El Consultor deberá definir, como mínimo lo siguiente:

- Introducción con los criterios de técnicos como localización, Hidrología, Hidráulica, Geotecnia, que justifiquen la solución adoptada.
- Criterios de Diseño y Normativas.
- Metodologías de cálculo.
- Longitud total, luces y tipo de estructura.
- Tipo de material que conforma la super estructura y la cimentación y/o las estructuras de contención.
- Dimensiones de las secciones transversales típicas.
- Tipo de estribos y cimentación con las dimensiones básicas.
- Longitud, puntos y formas de accesos.
- Localización y/o disponibilidad de proveedores de materiales en la zona del proyecto.
- Planos topográficos de ubicación del puente con indicación de los puntos de referencia y niveles. Ubicar puntos y formas de acceso.
- Ensayos necesarios y/o recolección de información necesaria para ejecutar la fase de factibilidad.
- Estimación de cantidades de obra.
- Estimación de costos y presupuesto (CAPEX).
- Estimación de costos y presupuesto del mantenimiento (OPEX).

- Recomendaciones y procedimientos de construcción además de las pruebas de resistencia de los materiales, prueba de carga o cualquier otro criterio de recepción de obra, que resulte pertinente incluirlo en el presupuesto.
- Equipos, maquinaria y materiales adicionales, que se requieren durante la construcción.
- Requerimiento de obras complementarias, si aplica y todas sus implicaciones.

CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN

Los estudios y diseños de proyectos viales imponen la necesidad de efectuar retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería, y de otras disciplinas que intervienen en el diseño integral de un proyecto, el Consultor especialista estructural deberá validar que los parámetros tomados sean en efecto el resultado y/o lo establecido en los estudios de las otras especialidades. Por ende, en esta parte de recopilación y/o toma de información, es indispensable que exista una interacción constante entre las especialidades involucradas en el proyecto, para asegurarse que la orientación de este se encuentre bajo el mismo enfoque técnico y los datos de entrada correspondan con lo consignado en los estudios de las otras especialidades.

Todos los estudios son fundamentales para alcanzar el objetivo planteado; por lo que se debe tomar en cuenta que las memorias e información obtenida por las otras especialidades son documentos de referencia que servirán para atender inquietudes presentadas durante la ejecución del proyecto, sin necesidad de adelantar investigaciones adicionales.

- Topografía.
- Estudio de Trazado.
- Diseño Geométrico.
- Estudio Predial y Catastral.
- Estudio social.
- Estudio de Geología para Ingeniería y Geotecnia.
- Estudio de Suelos para Diseño de Fundaciones.
- Estabilización de Taludes.
- Estudio Geotecnia.
- Diseño del Pavimento.
- Estudio Hidrología.
- Hidráulica y Socavación.
- Plan Ambiental.
- Estudio de Urbanismo y Paisajismo.
- Estudio de Seguridad y Señalización.
- Estudio de Evaluación Económica.
- Estudio de sostenibilidad.
- Entre otros.

Si bien la información recolectada por las demás disciplinas es fundamental, el Consultor deberá hacer visitas de reconocimiento en los lugares de implantación de las obras a diseñar para la recolección y validación de información secundaria, con la que se cuenta.

CAPÍTULO 4. ASPECTOS TÉCNICOS

En el año 2013, el INVÍAS y la AIS desarrollaron la nueva Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14, norma que actualmente se encuentra vigente, por consiguiente, la normativa en la se enmarcará estos requerimientos técnicos es la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14, sin embargo, se deberá cumplir con la normativa que se encuentre vigente durante la ejecución de los diseños y se podrá usar normas o códigos internacionales, únicamente con la previa aprobación de la interventoría, en caso que se requiera.

1.1. DISPOSICIÓN DEL PREDIO DEL PUENTE

La ubicación y alineación del puente se deberá validar, garantizándose que se está satisfaciendo los requisitos del diseño geométrico de vías, el tráfico calculado (sobre el puente y debajo del mismo), que sobre los predios en los cuales se implantaran las obras no existe inconveniente alguno sobre permisos ambientales o jurídicos.

Tener presente los métodos constructivos con sus consideraciones ambientales u otras causas que impongan restricciones al método constructivo, la documentación técnica deberá llamar la atención a dichas restricciones.

1.2. SEGURIDAD DEL TRÁFICO

Se confirmará que se cuenta con la capacidad según el tránsito esperado, y se garantizará la seguridad y sensación de seguridad a los vehículos sobre o debajo del puente. Se minimizará 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. Se debe confirmar que se cuenta con las barreras de protección, con la resistencia a choque requeridas, para su diseño y especificación servirá como guía las presentadas en la bibliografía de diseño de puentes y las que se encuentren en la normatividad aplicable para estos elementos. (SECCIÓN 13 – BARANDAS del CCP14)

1.3. FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN

Los puentes se deberían diseñar de manera tal que su construcción se pueda realizar sin inconvenientes o contratiempos ocasionados por falta de información, parámetros, estándares, criterios, metodología de construcción, etc., por parte del Diseñador. Se deben considerar las condiciones climáticas e hidráulicas que pudieran afectar la construcción del puente, indicándose las temporadas de lluvias, con un cronograma de obra.

La documentación técnica presentada deberá indicar de un método constructivo factible, para que después la Entidad estudie, la posibilidad de necesitar una actualización de los diseños con el constructor a cargo de la obra.

1.4. TÉCNICO

Se garantizará el cumplimiento con la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP2014 – Resolución 108 de 2015 – Ministerio de Transporte. Se deben incluir requisitos mínimos para las instalaciones de drenaje y medidas de autoprotección contra el agua y las sales

transportadas por el agua. Por un lado, el tablero y sus accesos garantizarán un seguro y eficiente transporte de escorrentía de la vía, de manera que se minimice el daño y deterioro a la estructura y se maximice la seguridad de los vehículos. Por otro lado, se analizarán en detalle los aspectos hidrológicos e hidráulicos, numerosas fallas en puentes han sido provocadas por la socavación.

Si el diseño requiere algún incremento de resistencia y/o arriostramiento y/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.

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. Las tensiones residuales incorporadas durante la construcción deberán estar dentro de límites tolerables.

1.5. 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, informe ejecutivo.
- 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, periodos fundamentales)
- Memoria de cálculo del refuerzo, indicando índice de resistencia.
- Despieces de los elementos estructurales y sus componentes.
- Verificaciones aplicables de acuerdo con los reglamentos considerados.
- Índice del contenido de cálculos.
- Se deberán incluir los detalles del procedimiento constructivo, identificando cargas del proceso en cada uno de los pasos, y que el cálculo debe corresponder a eso.

1.6. PLANOS ESTRUCTURALES

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, comprenden:

- Planos de índice presentando las generalidades y consideraciones especiales para la ejecución del proyecto.
- Planos de cimentación.
- Planos de plantas para las formaletas.
- Planos de planta estructurales.

- Planos de despiece de refuerzo para todos los elementos estructurales.
- Planos de cortes, detalles, aclaraciones de construcciones.
- Planos de detalles estructurales y constructivos.
- Cuadro de acero de refuerzos (despieces y resumen) y concretos (volumen por tipo de concreto y resumen).
- Especificaciones técnicas.
- Detalles constructivos.
- Detalles de conexiones.
- Secuencias constructivas e incluir los detalles del procedimiento constructivo, identificando cargas del proceso en cada uno de los pasos.

Adicionalmente los planos y memorias deben ser coherentes y coincidir en la nomenclatura.

1.7. RESTRICCIONES PREDIALES, AMBIENTALES O SOCIALES

La ubicación y alineación de las estructuras se deberán validar, garantizándose que se está satisfaciendo los requisitos del diseño geométrico de vías, además del tráfico calculado (sobre el puente y debajo del mismo), sin olvidar validar que los predios en los cuales se implantarán las obras no existe inconveniente alguno sobre permisos ambientales, y que se cuenta con la disponibilidad de los predios.

En caso de que existan restricciones prediales, ambientales o sociales, con la cuales se requiere actualización de documentación, se deberá llamar la atención a dichas restricciones, con la advertencia de los trámites, actualizaciones o solicitudes que se deban gestionar, para llevar a cabo el proyecto.

1.8. PRESUPUESTO

Se presentará un presupuesto a detalle en el cual se revisará las condiciones prediales en la que se está ejecutando los proyectos y se validará si se requiere obtener predios o trámites de licencias, modificaciones para tener en cuenta los costos de estos en el presupuesto. Las cantidades de obra se calcularán con base en los planos elaborados. El Consultor tendrá en cuenta que las cantidades de obra deberán cuantificarse en unas memorias de cantidades que puedan ser confirmadas y el análisis de precio unitario se realizara basado a los costos 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. Si se requiere la Entidad o interventor solicitará la presentación de cotizaciones.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se debe presentarse una breve descripción de insumos utilizados, fuentes de información, resultado del análisis, conclusiones y recomendaciones para el inicio de obra (Informe Final Ejecutivo).

El informe final del estudio y diseño de estructuras deberá organizarse por capítulos que contengan la descripción de las actividades realizadas con sus correspondientes memorias y conclusiones. Se deben presentar todos los documentos y/o planos resultados del estudio y diseño que son requerido para la etapa de construcción, los cuales deben ser aprobados por la interventoría y/o supervisión. El Consultor deberá compilar las conclusiones finales del estudio específico de cada una de las estructuras proyectadas, al igual que las recomendaciones particulares en cuanto los aspectos constructivos relevantes.

Adicional a los diseños estructurales, se debe dejar claro la validación y confirmación de las otras especialidades, protección ambiental, estudios geológicos y geotécnicos, económica, transitabilidad, durabilidad, tipo de modelo estructural, facilidad de construcción, facilidad de inspección y mantenimiento, seguridad del tráfico según lo especificado en los estudios de tránsito y transporte, entre otros.

CAPÍTULO 6 ENTREGABLES Y ANEXOS

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

- Los planos de diseño estructural, plantas para formaletas, plantas estructurales, cortes, aclaraciones de construcción y descripción de los procesos constructivos, detalles de conexiones, despieces, detalles de los elementos estructurales y constructivos, cuadros de hierros y concretos según se indica más adelante. Los planos que se entreguen si deberán ser correctamente coordinados con las demás especialidades, y tener una expresión gráfica y escala adecuadas, de tal manera que sea legible y clara la información.
- Las especificaciones técnicas de todos los elementos por construir con las cuales se pueda identificar fácilmente los materiales y los requerimientos necesarios para la construcción de las estructuras, con esta información se determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución en la obra.
- Presupuesto, con memoria de cálculo, Análisis de Precio Unitarios APU, Desglose de Administración, Imprevistos y Utilidades AIU, estudio de mercado.
- Matriz de Riesgo.
- Programación o Cronograma.
- Memorias de cálculo: Las cuales deben tener el contenido detallado de las consideraciones para cada elemento diseñado incluyendo descripción, resultados y conclusiones de los estudios previos, esquemas de las estructuras, evaluaciones de carga (muertas, vivas, sismos, impactos, retracción y cambios de temperatura, empujes de tierra y todas las necesarias dependiendo del tipo de estructura), consideraciones y justificaciones de diseño, datos de entrada y datos de salida de los modelos realizados, verificaciones exigidas por cada normatividad aplicable a cada estructura, todo esto con de realizar una adecuada revisión e identificar faltantes.
- Modelos matemáticos y de computador implementados son solo herramientas para alcanzar el objetivo planteado, los resultados obtenidos con software deberán ser validados por la interventoría, el Consultor deberá, por requerimiento de la interventoría, suministrar los modelos estructurales utilizados para confirmar.

Los planos y memorias deben estar debidamente firmados por el profesional o técnico encargado de su elaboración y se debe entregar en medio físico y en medio digital.

2.8 VOLUMEN VIII ESTUDIO DE REDES

ESTUDIO DE REDES SECAS

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA
CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN (SECUNDARIA)
CAPÍTULO 4. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVIDAD DE REFERENCIA
CAPÍTULO 5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE REDES SECAS.
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
ANEXOS

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

El objeto de este documento es generar los lineamientos básicos del componente de Redes Secas (Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural) para el desarrollo de estudios y prediseños viales Fase II a cargo del INVÍAS.

En su alcance se encuentra la definición de una metodología básica a seguir, recopilación de información secundaría, requerimientos técnicos, conclusiones y recomendaciones.

En cuanto a los estudios a desarrollar, el objeto y alcance está dirigido al Consultor encargado, quien deberá realizar las investigaciones de campo de las redes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural requeridas para el proyecto vial a desarrollar, donde como primera fase deberá realizar la consecución, análisis de información secundaria y primaria de las redes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural, teniendo en cuenta los estudios y diseños previamente realizados dentro del área de influencia del proyecto, realizando consultas con las empresas de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural local y la alcaldía correspondiente, de los diseños adelantados y récord de obra finales.

Determinación de la localización o protección de éstas por afectación debida al proyecto vial, donde partirá la investigación de las redes de energía, telecomunicaciones y gas natural existentes, la cual deberá contener toda la información necesaria para caracterizar la infraestructura de servicios de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural del sector.

Realizar la definición de posibles alternativas para la solución a las interferencias que presente el proyecto vial con la infraestructura de redes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural existente o proyectado en el sector, donde realizará un análisis técnico y económico de las mismas, presentándolas a la interventoría, empresa de servicios públicos local y al contratante, con el fin de definir y determinar la alternativa más favorable.

Realizar el análisis y revisión de la reglamentación o normativa de las empresas de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural local, determinando la competencia para la realización de estudios y prediseños de traslado de redes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural requeridas para el proyecto, así como determinar las gestiones y trámites que deben ser desarrolladas en las siguientes etapas del proyecto.

Finalmente deberá en sus estudios presentar las recomendaciones para los diseños fase III a desarrollarse posteriormente: mediante contacto con las empresas prestadoras o distribuidoras de los servicios de Energía, Telecomunicaciones y Gas natural, obtener información de los proyectos de modificación o ampliación de las redes de del sector donde se desarrollará el proyecto, con el fin de conocer y acoger dentro del proyecto dichas obras proyectadas – obtención de información secundaria.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Como metodología básica para desarrollar el alcance de este estudio, se tienen las siguientes actividades mínimas para realizar:

- Mediante contacto con las empresas prestadoras o distribuidoras de los servicios de Energía y Telecomunicaciones, obtener información de los planes de modificación o ampliación de las redes del sector donde se desarrollará el proyecto, con el fin de conocer y acoger dentro del mismo dichas obras proyectadas – obtención de información secundaria-.
- Obtención de la información del catastro de las redes existentes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural.
- Análisis y revisión del levantamiento topográfico de redes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural.
- Elaboración de plano de redes existentes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural.
- Definición de las afectaciones de las redes existentes por el proyecto.
- Evaluación del estado de las redes existentes que se afectarán por el proyecto.
- Definición de las alternativas de solución a las afectaciones del proyecto sobre las redes existentes.
- Iniciar gestiones de convenios con los operadores respectivos de cada red de acuerdo a la magnitud de cada proyecto.
- Conclusiones y recomendaciones para tener en cuenta en la elaboración de estudios Fase III.

CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN (SECUNDARIA)

El Consultor deberá realizar la búsqueda de información secundaria en las empresas de Energía y Telecomunicaciones donde el proyecto se desarrollará, consecución de planos de redes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural, planos récord de obra ejecutada y planos de proyecto. También se debe consultar la Secretaría de Planeación local los planes maestros para estas redes.

Esta información secundaria deberá ser la referencia inicial para validar las redes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural existentes y proyectadas en el área de intervención del proyecto la cual deberá ser confrontada con información primaria tomada de campo, para la elaboración de planos de redes existentes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural.

CAPÍTULO 4. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVIDAD DE REFERENCIA

Los reglamentos y normas descritos a continuación sirven como referencia básica para el diseño de la solución de interferencias de las redes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural.

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE vigente: los requisitos y prescripciones técnicas de este reglamento son de obligatorio cumplimiento en Colombia, en todas las instalaciones nuevas, remodelaciones o ampliaciones, públicas o privadas, con valor de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 500 kV en corriente alterna (C.A.) y con frecuencia de servicio nominal inferior a 1000 HZ.

- Código Eléctrico Colombiano (Norma Técnica Colombiana NTC 2050, segunda actualización de mayo de 2020, que está basada en la norma técnica NFPA 70). El RETIE declara de obligatorio cumplimiento la introducción en los aspectos que no contradigan el reglamento y los primeros siete capítulos con sus tablas relacionadas que en forma resumida comprenden:

Cap. 1. Definiciones y requisitos generales para instalaciones eléctricas.
Cap. 2. Los requisitos de alambrado y protecciones.
Cap. 3. Los métodos y materiales de las instalaciones.
Cap. 4. Los requisitos de instalación para equipos y elementos de uso general.
Cap. 5. Los requisitos para ambientes especiales.
Cap. 6. Los requisitos para equipos especiales.
Cap. 7. Las condiciones especiales de las instalaciones.

En el evento en que se presenten diferencias entre el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y la NTC 2050 segunda Actualización, primará lo establecido en el Anexo General del RETIE; la autoridad para dirimirlas es el Ministerio de Minas y Energía o en su defecto lo que nos indique el equipo de la Interventoría o la ESP.

Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público – RETILAP (resolución No. 180540 de 30 de marzo de 2010 del Ministerio de Minas y Energía).

Así mismo, los reglamentos y normas descritas a continuación constituirán las referencias básicas para el diseño definitivo de la solución de interferencias de las redes de comunicaciones:

- Manual de construcción de redes telefónicas de la empresa UNE, EPM, CLARO, TIGO, MOVISTAR, ETB.
- Especificaciones técnicas de construcción de infraestructura de red de la Empresa Pública de Energía.

- Especificaciones técnicas de construcción de infraestructura de redes de gas natural-Vanti.

4.1. INVESTIGACIÓN DE REDES Y DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DE ENERGÍA

Se parte del levantamiento topográfico de la infraestructura existente tanto aérea como subterránea, con ubicación de postes y tipos de cajas de inspección, y la información sobre el cableado existente de redes de media y baja tensión, acometidas domiciliarias, líneas de transmisión, transformadores, equipos de calidad de energía, tensión de la red, tipo de luminarias con la indicación del número de rótulo, ductería con su diámetro y cantidad total y ductos disponibles (redes eléctricas y telemáticos), número del centro de distribución, puntos físicos e identificación de la infraestructura y demás información pertinente. Se deben identificar los circuitos de MT, y las cargas de los usuarios que se requieran para el diseño, para lo cual se solicitará la información al operador de red.

4.2. INVESTIGACIÓN DE REDES Y DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DE TELECOMUNICACIONES

El levantamiento de redes existentes debe partir del levantamiento topográfico de postes, cámaras y armarios con punto levantado en su centro e incluyendo cajas de paso dobles, cajas de paso sencillo y su correspondiente acotación y de acuerdo con las normas del operador de red regional. Para destapar las cámaras se debe evitar el uso de la pica la cual actúa de manera destructiva, se recomienda el empleo de la pala y la barra. Para ejecutar esta actividad se debe contar con la autorización y acompañamiento de la Empresa y con personal y equipo, ya sea de INVÍAS o de nuestro proveedor de servicio.

4.3. INVESTIGACIÓN DE REDES Y DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DE GAS NATURAL

Consiste en la localización de las cajas que contienen los sellos y las válvulas que regulan la red construida, normalmente ubicadas en las esquinas; en ellas, será medida su profundidad respecto a la tapa de la válvula, mediante el empleo del flexómetro.

El equipo de trabajo del Consorcio identificará un alineamiento aproximado de la red de GAS NATURAL. De ser necesario se deben realizar apiques, bajo la supervisión de personal autorizado por parte de Vanti.

CAPÍTULO 5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE REDES SECAS

Partiendo de la identificación de interferencias, se deberán plantear las alternativas de solución y las implicaciones para la ejecución de estas obras. También, se deberá realizar la evaluación técnica y económica de las alternativas planteadas con el acompañamiento de la Interventoría

y de la Empresa prestadora de servicios públicos. El Consultor definirá cual es la que se implementará.

Se debe contar con la factibilidad por parte del operador regional; donde muestre la directriz de las condiciones para la obtención de los diferentes servicios (Energía, Comunicaciones y Gas Natural).

Una vez teniendo claras las condiciones de servicio, el Consultor debe verificar la competencia de la Entidad para la realización de los estudios y diseños. De esta manera, este requerimiento aplicará para los casos en que la Entidad ejecutora del proyecto deba en efecto adelantar los diseños, previa verificación de sus competencias y adelantadas las gestiones, consultas, trámites y coordinación con las entidades prestadoras de servicios. Si es competencia de la Entidad realizar los estudios y prediseños, se debe de entregar las diferentes alternativas tanto técnicas como presupuestales de acuerdo a la Ley de infraestructura 2013, Capitulo III.

Artículo 47. Formulación y ejecución de proyectos de infraestructura de transporte que involucran la protección, el traslado o reubicación de redes y activos. Las entidades públicas o personas de derecho privado responsables de formular y ejecutar proyectos de infraestructura de transporte deberán analizar en cada caso lo siguiente:

1. La pertinencia de proteger, trasladar o reubicar las redes y activos de servicios públicos, de la industria del petróleo o de tecnologías de la información y de las comunicaciones como consecuencia del desarrollo de estos proyectos o de conservar o modificar la ubicación del proyecto de infraestructura. En todo caso deberá primar la opción que implique menores costos e impactos generales.
2. Las condiciones técnicas, legales y financieras bajo las cuales se efectuará dicha protección, traslado o reubicación.
3. La existencia de convenios o acuerdos para la protección, traslado o reubicación de redes y activos con prestadores de servicios públicos u operadores de redes, activos y servicios de tecnologías de la información y de las comunicaciones o de la industria del petróleo.

Realizado el anterior análisis, las entidades públicas o personas de derecho privado responsables de formular y ejecutar proyectos de infraestructura de transporte podrán:

a) Aplicar el convenio o acuerdo vigente para realizar la protección, el traslado o reubicación de redes y activos.
b) Celebrar los convenios o acuerdos necesarios para establecer o definir las condiciones para realizar la protección, el traslado o reubicación de redes y activos.
c) De no lograr ningún acuerdo, se deberá adelantar el procedimiento para la protección, reubicación o traslado de redes y activos de que trata el artículo siguiente, a partir de su numeral 4.

Artículo 48. Procedimiento para la protección, reubicación o traslado de activos y redes. Cuando una Entidad pública responsable de un proyecto de infraestructura de transporte identifique la necesidad de trasladar, reubicar o proteger, entre otros, redes o activos de servicios públicos, de la industria del petróleo, o de tecnologías de la información y las comunicaciones, deberá:

1. Enviar comunicación escrita al prestador u operador pertinente, indicándole la ubicación georreferenciada del proyecto de infraestructura de transporte y demás información disponible que se requiera para identificar la(s) red(es) y activo(s) específicos a proteger, reubicar o trasladar.
2. Informarle al prestador u operador del servicio sobre la existencia de convenios, contratos o cualquier acuerdo de voluntades en virtud de los cuales la Entidad pública responsable del proyecto de infraestructura de transporte y el prestador y/u operador hayan definido sus derechos y obligaciones relacionadas con la protección, el traslado o reubicación de redes y activos.
3. El prestador y/u operadores atenderá la comunicación indicada en el numeral primero del presente artículo dentro de los treinta (30) días calendario a su recibo, informando por escrito:

   i. Tipología y caracterización de la red o activo según el servicio al que corresponda.
   ii. Inventario de elementos que conforman la red o activo objeto de protección, traslado o reubicación y dimensionamiento, según aplique.
   iii. Los permisos, autorizaciones o licencias concedidas al prestador y/u operador para la instalación de la red o activo.
   iv. El momento en el cual fueron instaladas las redes o activos objeto de protección, traslado o reubicación.
   v. El análisis y cuantificación de los costos asociados estimados a la protección, traslado o reubicación de la red o activo.
   vi. Los acuerdos de confidencialidad que haya lugar a suscribir entre el solicitante, el prestador u operador del servicio, de conformidad con la información entregada en cada caso.

4. Con dicha información, la Entidad pública responsable del proyecto de infraestructura de transporte o quien haga sus veces podrá suscribir acuerdos con el prestador u operador en los que se defina diseño, costo, construcción y demás condiciones para realizar la protección, el traslado o reubicación de redes y activos a cargo del operador. Para el efecto, el prestador u operador será el responsable de suministrar el diseño de la red o activo a trasladar, proteger o reubicar en un término perentorio de dos (2) meses, cuando estos sean necesarios.

De no llegarse a un acuerdo, sobre los costos y tiempo de ejecución, en un término de cuarenta y cinco (45) días calendario contados a partir de la entrega de los diseños, la Entidad pública responsable del proyecto de infraestructura de transporte o quien haga sus veces, podrá realizar la protección, el traslado o reubicación de las redes y/o activos bajo su propia cuenta, de conformidad con la normatividad técnica vigente, y deberá garantizar que el activo a proteger, trasladar o reubicar cumpla con las mismas condiciones técnicas que el activo o red original, de conformidad con la información suministrada por el operador o prestador. De no ser posible, con las condiciones técnicas equivalentes que prevea la normatividad técnica sectorial vigente, el reglamento técnico del prestador y/o las reglamentaciones internacionales se aplicará según corresponda para cada sector, garantizando la prestación del servicio.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El componente de Redes Secas (Energía y Telecomunicaciones) para el desarrollo de estudios y diseños viales Fase II a cargo del INVÍAS, deberá presentar conclusiones y recomendaciones que permitan:

- Identificar las redes existentes y proyectadas en el sector donde desarrollará el proyecto.
- Realizar una evaluación del estado de las redes de Energía, Telecomunicaciones y Gas Natural.
- Identificar las interferencias del proyecto con las redes secas existentes y proyectadas en el área de influencia del proyecto.
- Realizar un estudio detallado preliminar técnico y presupuestal para determinar la viabilidad del proyecto.
- Cumplir con los requerimientos del capítulo III de la ley de infraestructura del 2013.
- Presentar alternativas de solución a las interferencias de redes de Energía, Telecomunicaciones, Gas Natural y seleccionar la mejor.
- Cada proyecto tiene sus particularidades, dependiendo de su magnitud con respecto al proyecto en general se deberá gestionar los correspondientes convenios con los operadores de red de cada servicio público.
- Presentar las definiciones y recomendaciones de diseño para los estudios fase III.

ANEXOS

El capítulo de redes secas deberá presentar los anexos de información secundaria, topográfica, geotécnica de redes y demás información que sean base o complementen a los diseños presentados.

ESTUDIO REDES HIDROSANITARIAS

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN (SECUNDARIA)

CAPÍTULO 4. ESTRUCTURACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

REDES EXISTENTES O PROYECTADAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.

CAPÍYULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

El objeto de este documento es generar los lineamientos básicos del componente de redes Hidrosanitarias (Acueducto y Alcantarillado) para el desarrollo de estudios y diseños viales Fase II a cargo del INVÍAS.

En su alcance se encuentra la definición de una metodología básica a seguir, recopilación de información secundaría, requerimientos técnicos y conclusiones y recomendaciones.

En cuanto a los estudios a desarrollar, el objeto y alcance está dirigido al Consultor encargado, quien deberá realizar las investigaciones de campo de las redes de Acueducto y Alcantarillado requeridas para el proyecto vial a desarrollar, donde como primera fase deberá realizar la consecución, análisis de información secundaria y primaria de las redes de Acueducto y Alcantarillado, teniendo en cuenta los estudios y diseños previamente realizados dentro del área de influencia del proyecto, realizando consultas con las empresa de Acueducto y Alcantarillado local y la alcaldía correspondiente de los diseños adelantados y récord de obra.

Determinación de la relocalización o protección de éstas por afectación debida al proyecto vial, donde partirá de la investigación de las redes de acueducto y alcantarillado existentes, la cual deberá contener toda la información necesaria para caracterizar de la infraestructura de servicios de Acueducto y Alcantarillado del sector.

Realizar la definición de posibles alternativas de solución a las interferencias que presente el proyecto vial con la infraestructura de redes de Acueducto y Alcantarillado existente o proyectado en el sector, donde realizará un análisis técnico y económico de las mismas, presentándolas a la interventoría, empresa de servicios públicos local y al contratante, con el fin de definir de determinar la alternativa más favorable.

Realizar el análisis y revisión de la reglamentación o normativa de la empresa de Acueducto y Alcantarillado local, determinando la competencia para la realización de diseños de traslado de redes de Acueducto y Alcantarillado requeridas para el proyecto, así como determinar las gestiones y trámites que deben ser desarrolladas en las siguientes etapas del proyecto.

Finalmente deberá en sus estudios presentar las recomendaciones para los diseños fase III a desarrollarse posteriormente.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Como metodología básica para desarrollar el alcance de este estudio se tienen las siguientes actividades mínimas a desarrollar:

- Mediante contacto con las empresas prestadoras o distribuidoras de los servicios de Acueducto y Alcantarillado, obtener información de los proyectos de modificación o ampliación de las redes de del sector donde se desarrollará, el proyecto, con el fin de conocer y acoger dentro del proyecto dichas obras proyectadas – obtención de información secundaria-.
- Obtención de la información del catastro de las redes existentes para las redes existentes de Acueducto y Alcantarillado.

- Levantamiento topográfico de redes de Acueducto y Alcantarillado.
- Elaboración de plano de redes existentes de Acueducto y Alcantarillado.
- Definición de las afectaciones de las redes existentes por el proyecto.
- Definición de las interferencias del proyecto sobre las redes existentes.
- Definición de posibles alternativas de solución a las interferencias de redes, realizando la evaluación técnicas y económicas, determinando cuál de éstas es la más factible.
- Investigar la reglamentación y normativa de la empresa de Acueducto y Alcantarillado local, definiendo la competencia para la realización de diseño de redes, traslado de redes, así como definir las gestiones y trámites a desarrollas en las siguientes fases del proyecto.
- Conclusiones y recomendaciones para tener en cuenta en la elaboración de estudios Fase III.

CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN (SECUNDARIA)

El Consultor deberá realizar la búsqueda de información secundaria en las empresas de Acueducto y Alcantarillado donde el proyecto se desarrollará, consecución de planos de redes de Acueducto y Alcantarillado existentes, planos récord de obra ejecutada y planos de proyecto. También se debe consultar en la Secretaría de Planeación local los planes maestros de redes de Acueducto y Alcantarillado.

Esta información secundaria deberá ser la referencia inicial para validar las redes de Acueducto y Alcantarillado existentes y proyectadas en el área de intervención del proyecto la cual deberá ser confrontada con información primaria tomada de campo, para la elaboración de planos de redes existentes de Acueducto y Alcantarillado.

CAPÍTULO 4. ESTRUCTURACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Los requerimientos técnicos en cuanto a redes de Acueducto y Alcantarillado parten de la normatividad vigente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS, Resolución 0330 de 2017, normas de empresas prestadoras o distribuidoras de los servicios de Acueducto y Alcantarillado.

Para el desarrollo de estudios y diseños viales Fase II a cargo del INVÍAS, el Consultor deberá realizar sus estudios de acuerdo con los requerimientos técnicos que se presentan a continuación:

4.1. INVESTIGACIÓN DE REDES Y DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Dentro de las labores de campo se deberá realizar la investigación y el levantamiento de redes de Acueducto y Alcantarillado, con el fin de realizar la caracterización de redes existentes, verificando en terreno con su geo referenciación correspondientes todos y cada uno de los elementos de la infraestructura de Acueducto y Alcantarillado, generando su pertinente ficha de inspección, la cual deberá ser anexada como soporte de esta actividad.

El Consultor deberá confrontar la información secundaria con la información primaria o levantamiento topográfico de redes, en caso de encontrar tapas de pozos ocultos o se requiera localizar puntualmente una tubería de acueducto, se deberán realizar apiques para su localización e investigación.

Se deberá identificar las redes que requieran de inspección con CCTV, definiendo los criterios técnicos que tuvo en cuenta, donde la realización de dichas inspecciones deberá ser revisada y avalada por la Interventoría. Lo anterior deberá ser socializado ante la empresa de acueducto y alcantarillado local o Entidad responsable de la operación y mantenimiento de las redes de acueducto y alcantarillado, quien deberá definir las acciones o actividades a que haya lugar.

El Consultor deberá realizar el procesamiento de la información, elaborando la incorporación de ésta en un plano en formato CAD, donde deberá incluir para las redes de alcantarillado diámetro, material, longitud, pendiente, cotas rasantes y cotas clave en cada uno de los tramos de las redes, identificando completamente el trazado en planta y sentido de flujo, para las redes de Acueducto, diámetro, longitud, material, localización de válvulas, hidrantes, ventosas y demás accesorios localizados topográficamente, adicionalmente los planos deberán presentar todas las notas aclaratorias para su correcta interpretación, elaborará el informe de investigación y diagnóstico de redes, indicando el estado de estas e identificando las interferencias respecto al proyecto, determinando aquellas redes que deben ser relocalizadas o protegidas. Para las redes de que se tienen proyectadas en el sector del área ejecución del proyecto, según lo consultado de proyectos futuros o planes maestros de redes, se deberá confirmar con la empresa de acueducto y alcantarillado local o Entidad responsable de la operación y mantenimiento de las redes de acueducto y alcantarillado si se debe incorporar estos proyectos con los estudios que adelante el INVÍAS.

4.2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS EN LOS CORREDORES DONDE SE IDENTIFIQUEN REDES EXISTENTES O PROYECTADAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Partiendo de la identificación de interferencias, se deberán plantear las alternativas de solución y las implicaciones para la ejecución de estas obras con la ruta INVÍAS seleccionada. Se deberá realizar la evaluación técnica y económica de las alternativas planteadas, donde con el acompañamiento de la Interventoría y de la Empresa prestadora de servicios públicos, el Consultor definirá cuál es la que se implementará de acuerdo con los resultados de la evaluación de las alternativas.

El planteamiento de alternativas deberá tener en cuenta la economía del proyecto, funcionalidad de las redes y el cumplimiento de la normatividad nacional y local.

Como entregables el Consultor deberá presentar un diseño conceptual, acompañado de planos, a partir de los cuales pueda ser cuantificables las obras a desarrollar en cada una de las alternativas.

En la evaluación de las alternativas deberá realizar un análisis multicriterio, donde deberá recomendar la alternativa más conveniente a implementar.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El componente de redes Hidrosanitarias (Acueducto y Alcantarillado) para el desarrollo de estudios y diseños Fase II a cargo del INVÍAS, deberá presentar conclusiones y recomendaciones que permitan:

- Identificar las redes existentes y proyectadas en el sector donde desarrollará el proyecto.
- Realizar una evaluación del estado de las redes de acueducto y alcantarillado.
- Identificar las interferencias del proyecto con las redes hidrosanitarias existentes y proyectadas en el área de influencia del proyecto.
- Presentar alternativas de solución a las interferencias de redes de Acueducto y Alcantarillado y seleccionar la mejor.
- Determinar la competencia para la realización de los diseños de acuerdo con la políticas, reglamentación o normatividad de la empresa de Acueducto y Alcantarillado local.
- Presentar las definiciones y recomendaciones de diseño para los estudios fase III.

ANEXOS

El capítulo de redes hidrosanitarias deberá presentar los anexos de información secundaria, topográfica, geotécnica de redes y demás información que sean base o complementen los diseños presentados.

2.9 VOLUMEN IX ESTUDIO Y DISEÑO DE URBANISMO Y PAISAJISMO

CAPÍTULO 1 ESTUDIO DE URBANISMO Y PAISAJISMO

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE

- *Objetivo General*

El objetivo, de los estudios de urbanismo y paisaje, es permitir la correcta articulación de los proyectos viales, cobijados por estos requerimientos, con el espacio natural y el espacio construido dentro del cual se implementarán.

- *Objetivos específicos*

Como objetivos específicos para el estudio urbano paisajístico se encuentran los siguientes:

- Comprender de manera clara los contextos naturales y artificiales donde se implementará el proyecto.

- Enunciar criterios de intervención urbana y paisajística de acuerdo a las especificidades propias del lugar.
- Identificar los impactos que la implementación del proyecto produciría en el paisaje.
- Estimar los impactos a nivel de dinámicas urbanas que la intervención originaría en los entornos urbanos.
- Proponer un anteproyecto urbano paisajístico que plasme los criterios de intervención y mitigue los impactos urbano-paisajísticos en el área de trabajo.

- *Alcance*

Realizar un análisis del entorno natural y/o construido a partir de información primaria y secundaria del área de intervención, donde se distingan claramente la clasificación del suelo, dinámicas urbanas o rurales existentes en el sector, análisis paisajístico, determinación de las Unidades de Actuación Paisajística, normativa de ordenamiento territorial aplicable al lugar, usos existentes, densidades poblacionales, grado de consolidación urbana, caracterización de los modos de transporte existentes, haciendo énfasis en la identificación de la existencia y caracterización de aquellos no motorizados, identificación de elementos muebles, inmuebles o expresiones patrimoniales en el lugar; finalmente es necesario realizar conclusiones generales y específicas para cada tema analizado.

A partir del análisis del lugar, proponer lineamientos de intervención que permitan la correcta implantación y articulación del proyecto con su entorno, teniendo en cuenta las condiciones identificadas y las conclusiones realizadas en al punto anterior; es necesario que se realicen criterios de intervención tanto a nivel de paisajismo como de diseño urbano.

Proponer una implantación a nivel de anteproyecto urbano-paisajístico sobre la alternativa de trazado seleccionada por el área de Diseño Geométrico, donde se apliquen los criterios de intervención elaborados en el punto anterior. En este anteproyecto se deben considerar tanto la vía como su interacción con entornos rurales, urbanos y suburbanos, recomendaciones de uso o aprovechamiento de las zonas aledañas al corredor y los elementos complementarios a la infraestructura vial tales como peajes, zonas de descanso, paraderos, puentes, intersecciones, zonas de espacio público peatonal y ciclorrutas donde sean factibles y necesarias.

Realizar un estudio de impacto urbanístico si el corredor afecta zonas urbanas, donde se valoren y analicen las transformaciones que pueda sufrir el entorno construido a causa de la implementación del proyecto y se propongan medidas de mitigación para los mismos.

Realizar un estudio de impacto paisajístico a la totalidad del corredor donde se valoren las posibles afectaciones a las diferentes unidades de actuación paisajística y se propongan medidas de mitigación de los impactos identificados.

1.2. METODOLOGÍA

La metodología de los estudios del área de urbanismo y paisajismo Etapa II será propuesta por el Consultor y aprobada por la interventoría. Debe incluir recopilación y análisis de información

tanto fuentes primarias como secundarias, consultas a los entes territoriales y autoridades ambientales, y describir expresamente como se van a desarrollar las actividades proyectuales, tanto desde el punto de vista del método a utilizar como de la sucesión de actividades en el tiempo.

Es importante tener en cuenta que las metodologías para estudios y diseños de proyectos viales imponen la necesidad de efectuar retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas que intervienen en el diseño integral de un proyecto. Solo esta intercomunicación oportuna durante el período de análisis permite la juiciosa validación y consistencia de los parámetros que se adoptan en el diseño y del conjunto de variables que se derivan.

1.3. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DEL ÁREA DEL PROYECTO

Para desarrollar el estudio del lugar es necesario que el Consultor recopile y analice información primaria y secundaria del lugar de intervención del proyecto; para esto, es necesario la definición de un área de influencia directa del corredor, que corresponde a una faja de terreno de 400 metros a cada lado del eje de la vía y que pertenece a la distancia caminable por una persona, y de un área de influencia indirecta, que corresponde a una franja de 800 metros a cada lado del eje vial.

La información mínima que el Consultor debe conseguir, interpretar y analizar es la siguiente:

1.3.1. Información primaria.

- Levantamiento fotográfico y en video del área de intervención, indicando la ubicación de cada imagen respecto a la abscisa del eje vial. El levantamiento debe cubrir toda la longitud de la infraestructura y debe hacer especial énfasis en los lugares de alto valor paisajístico, las zonas urbanas y las intersecciones con otras infraestructuras.
- Reuniones con las diversas comunidades, líderes o grupos de interés, incluyendo entidades públicas, para conocer mejor las dinámicas asociadas al territorio a intervenir. De estas reuniones debe quedar constancia en un acta firmada por los respectivos participantes.
- Levantamiento de la situación actual respecto a los usos, grados de consolidación, paisaje y configuración espacial del lugar, el cuál debe verse reflejado en una cartografía a escala adecuada para su correcta interpretación.
- Estudio topográfico y de transito realizados por la respectiva área del Consultor. Esta información se incluirá una vez se haya desarrollado de acuerdo al cronograma de actividades de la consultoría.
- Caracterización de todos los actores de movilidad en el corredor (peatones, bici-usuarios, transporte público, paraderos, ciclo-vía, categorías vehículos, con el fin de tenerlos en cuenta para el diseño de espacios públicos, los cuales deben estar armonizados con el estudio de tránsito. La caracterización de dichos actores deberá tener el apoyo del área de tránsito del proyecto.

- Caracterización de los medios abiótico y biótico del área de influencia directa del proyecto, en particular de la flora, con base en el volumen ambiental de esta fase de estudio.

1.3.2. Información Secundaria.

- Planes de Ordenamiento (POT, EOT, PBOT) de todos los municipios que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, incluyendo articulado, cartografía y todos los instrumentos y normas complementarios a que haya lugar.

- Normas de accesibilidad al medio físico aplicables al proyecto. El Consultor deberá tener en cuenta y aplicar en sus diseños, como mínimo, las siguientes normas:

  - Ley 1618 de 2013 "Por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad".

  - NTC 4142/1997. Accesibilidad de las personas al medio físico. Símbolo de ceguera y baja visión.
  - NTC 4141/1997. Accesibilidad de las personas al medio físico. Símbolo de sordera e hipoacusia o dificultad de comunicación.
  - NTC 4695/1999. Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización para tránsito peatonal en el espacio público urbano.
  - NTC 4902/2000. Accesibilidad de las personas al medio físico. Cruces peatonales a nivel, señalización sonora para semáforos peatonales.
  - NTC 4144/2005. Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, espacios urbanos y rurales. Señalización.
  - NTC 4279/2005. Accesibilidad de las personas al medio físico. Vías de circulación peatonales horizontales.
  - NTC 4143/2009 y NTC 4140/2012. Normas Técnicas de Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, pasillos y corredores, características generales y rampas fijas adecuadas y básicas.
  - NTC 4201/2013. Normas Técnicas de Accesibilidad. Equipamientos, bordillos, pasamanos y agarraderas.
  - NTC 4279. Normas Técnicas de Accesibilidad. Vías de circulación peatonales horizontales.
  - NTC 4695. Normas Técnicas de Accesibilidad. Accesibilidad de las personas al medio físico.
  - NTC 4774/2006. Normas Técnicas de Accesibilidad. Cruces peatonales a nivel, elevados o puentes peatonales y pasos subterráneos.
  - NTC 5351. Accesibilidad de las personas al medio físico. Paraderos accesibles para transporte público, colectivo y masivo de pasajeros.
  - NTC 5610/2008. Normas Técnicas de Accesibilidad. Accesibilidad al medio físico: señalización táctil.

- Información planimétrica de la zona de influencia: planos IGAC, planos DANE.

- Consultas a las entidades públicas que pudieran tener algún tipo de proyecto dentro del área de influencia con el fin de establecer cruces de proyectos, existentes o en proceso, con la propuesta en desarrollo.
- Información ambiental y paisajística existente desarrollada por entidades públicas o privadas.

1.4. REQUERIMIENOS TÉCNICOS DEL ÁREA DE URBANISMO Y PAISAJISMO

1.4.1. Análisis urbano – paisajístico del área de intervención.

El análisis de las condiciones existentes del lugar es clave para lograr un proyecto exitoso en términos espaciales y de articulación con la realidad física del entorno. Para esto, es necesario que se examinen, como mínimo, los siguientes temas:

ESTUDIO COMPONENTE GENERAL

Este estudio define la ubicación geográfica y las generalidades del entorno, el mismo debe venir a manera de informe, acompañado por la cartografía relevante para la total comprensión del mismo. Como mínimo debe contener:

- Localización del proyecto.
- Identificación de los municipios y departamentos donde se encuentra.
- Identificación de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Descripción de las necesidades que suple el proyecto.
- Normatividad urbanística y territorial aplicable al área de influencia del proyecto.
- Clasificación del suelo que se encuentra dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Identificación de usos existentes dentro del área de influencia.
- Identificación de los grados de consolidación del entorno construido dentro del área de influencia.
- Determinación de la densidad poblacional dentro del área de influencia.
- Identificación de los elementos constitutivos del patrimonio, mueble, inmueble, ambiental e inmaterial, ya sean de escala local o nacional.

ESTUDIO ESPECÍFICO DEL AREA DE INTERVENCIÓN.

El estudio específico del área de intervención debe presentarse a manera de informe, acompañado por la cartografía relevante para la total comprensión de este, y debe contener como mínimo:

- 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.

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

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

- 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, tomando como base los estudios del área de tránsito y transporte, para:

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

- Matrices y planos de análisis de Origen-Destino para desplazamientos locales, aplicado a los diferentes modos, en los tramos y puntos críticos, tomando como base los estudios del área de tránsito y transporte, para:

    - Vehículos automotores de carga y pasajeros.
    - Motocicletas.
    - Bicicletas.
    - Peatones.
- Identificación de las dinámicas de desarrollo urbano dentro del área de influencia a partir de un estudio de transformación de la estructura predial y el entorno construido.

ESTUDIO PAISAJÍSTICO DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN.

Adicionalmente al estudio general y específico, es necesario realizar un estudio paisajístico de la totalidad del área de intervención del proyecto, el cual debe venir a manera de informe y acompañado por la cartografía relevante para la total comprensión del mismo. Para este se desarrollarán las siguientes actividades:

- Identificación del área de estudio del paisaje, la cual debe incluir los siguientes elementos:

    - Generalidades del paisaje en el entorno del proyecto.
    - Sectores de valor paisajístico existente o potencial.
    - Elementos singulares de alto valor dentro del paisaje.
    - Núcleos urbanos.
    - Áreas con destino a la recreación, el turismo u otras que tengan afluencia masiva de personas.

- Identificación de las unidades de paisaje dentro del área de influencia de la intervención, entendiendo por unidad de paisaje, aquella área geográfica definida por la existencia de un paisaje específico, y que pueden ser de tipo natural, rural, urbano e incluso cultural.

- Identificación de los elementos para cada una de las unidades de paisaje. En este punto es necesario identificar y valorar los siguientes elementos:

    - Elementos estructurales del paisaje, que son elementos permanentes del mismo, tales como relieve, clima, hidrografía, geomorfología, etc.
    - Elementos texturales, los cuales se refieren a los elementos que conforman la cobertura del suelo (vegetación, construcciones y demás). Estos elementos pueden ser de orden natural, vegetales relacionados con la explotación agroforestal, construcciones, etc.
    - Elementos culturales del paisaje.

- Identificación de las relaciones de cada unidad de paisaje entre ellas y con los elementos circundantes. Para este ítem es necesario abordar las relaciones de las unidades de paisaje desde las siguientes ópticas:

    - Funcional: identificando el modelo de relaciones antrópicas que existe entre las diferentes unidades de paisaje.
    - Formal: referido a las relaciones de composición, forma, proporción, textura y vista de las unidades paisajísticas.
    - Ecológicas: referidas al paisaje como soporte (biotopo) para las relaciones ecológicas dentro del territorio.

- Identificación de la dinámica del paisaje, es decir, reconocer los cambios y transformaciones que ha sufrido el paisaje en el tiempo como un modo de comprender su evolución y de prever las tendencias de desarrollo que tiene a futuro.
- Valoración del paisaje, la que corresponde no solo a una mera recapitulación de sus características o a una enumeración de sus elementos sino que más bien consiste en extractar los aspectos relevantes del mismo, resaltando sus aspectos más significativos y permitiendo depurar las características esenciales de cada unidad paisajística. Para esta labor es indispensable identificar los siguientes valores de cada unidad:

    - Valores Tangibles: son los valores ecológicos, los valores históricos y los valores productivos que tiene cada unidad de paisaje.
    - Valores intangibles: son los valores identitarios, los valores culturales y los valores estéticos de cada entorno.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES RESPECTO AL ANÁLISIS DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN

A partir de los análisis realizados en cada uno de los estudios anteriores (general, específico y paisajístico) es necesario realizar conclusiones y recomendaciones diáfanas respecto a cada

punto de análisis que, además, deben ser útiles para el desarrollo de los criterios de diseño de la especialidad. Estas conclusiones y recomendaciones deben ir acompañadas por cartografías síntesis, que permitan fácilmente reconocer de manera gráfica las características y elementos identificados en el diagnóstico espacial por parte del Consultor.

1.4.2. Lineamientos de Diseño Urbano Paisajístico para el desarrollo del anteproyecto y de los estudios y diseños definitivos

Tomando como punto de partida las conclusiones y recomendaciones fruto del numeral anterior en este punto el consultor desarrollará los lineamientos de espacio público, paisajismo y urbanismo, los cuales servirán para la correcta implementación del proyecto y servirán de insumo para el desarrollo del proyecto, tanto de la espacialidad como de las otras especialidades. Estos lineamientos deben incluir como mínimo:

- Lineamientos para el manejo, ubicación y diseño del espacio público peatonal.
- Lineamientos para el manejo, ubicación y diseño de las ciclorrutas.
- Lineamientos para la implementación, ubicación y diseño del mobiliario urbano (incluyendo paraderos).
- Lineamientos para la implementación, ubicación manejo y diseño de las zonas de descanso, zonas operativas y peajes en el proyecto.
- Lineamientos de diseño para los puentes e intersecciones que se puedan presentar en el proyecto (incluyendo puentes peatonales si se considera pertinente).
- Lineamientos para la implementación y el diseño de los elementos del paisaje de acuerdo con las respectivas unidades identificadas.
- Lineamientos para el manejo, selección y ubicación de los elementos vegetales (árboles, arbustos, coberturas).
- Lineamientos para el manejo y diseño de los tramos y puntos críticos, en zonas urbanas, suburbanas y rurales.
- Lineamientos para el manejo y diseño de las zonas de retiro, carriles de desaceleración, espacio público asociado y accesos a predios privados, tanto en zonas urbanas, suburbanas y rurales.

1.4.3. Anteproyecto del área de Urbanismo y Paisajismo

Tomando como premisas de actuación los lineamientos de diseño producidos en el apartado anterior, y como base la alternativa de diseño geométrico seleccionada, el Consultor implementará un anteproyecto que muestre las ideas desarrolladas para el área de urbanismo y paisajismo, distinguiendo entre las que se ejecutarán como parte del proyecto de infraestructura vial y aquellas cuyos lineamientos de planeación se propondrán para su implementación por otros actores públicos y privados. De acuerdo con esto, el Consultor debe desarrollar al menos:

Especificar las soluciones recomendadas 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.

Las soluciones recomendadas incluirán, entre otros, 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 5º 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 las soluciones recomendadas 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 tránsito peatonal.
- Ciclo rutas.
- Soluciones para intersecciones con vías locales.
- Cruces peatonales / bicicleta: a nivel, y 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.

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. Para los demás componentes, como son los correspondientes al espacio público, amoblamiento urbano y paisajismo, se presentarán, como parte de este volumen.

1.4.4. Análisis de impactos urbanísticos en el entorno del proyecto y medidas de mitigación de estos

Los impactos urbanísticos corresponden a las consecuencias negativas que se originan con la implantación de un proyecto en zonas urbanas y suburbanas, y en el caso específico estos requerimientos de proyectos correspondientes a infraestructura de movilidad.

Los impactos urbanísticos pueden producirse por la afectación de la estructura de los espacios construidos a las dinámicas de movilidad y a la estructura del espacio público. Una vez se cuente con los estudios de Fase II, donde se incluyen los lineamientos de intervención y los planos de implantación a nivel de anteproyecto, es necesario abordar estos efectos sobre los entornos urbanos y suburbanos de la siguiente manera:

IMPACTOS URBANÍSTICOS RESPECTO A LA ESTRUCTURA DE ESPACIOS CONSTRUIDOS:

La estructura de espacios construidos corresponde a las edificaciones (existentes o futuras), la forma como se relacionan con el suelo (es decir sus índices urbanísticos) y su patrón de usos. Es necesario que el Consultor realice el análisis de los impactos que se darían sobre esta estructura a partir de la propuesta de anteproyecto, se formulen las respectivas estrategias de mitigación y finalmente, se reduzcan las externalidades negativas que el proyecto podría generar.

Este análisis es necesario ya que los impactos producidos por los proyectos de infraestructura vial respecto a lo construido son los más difíciles de controlar, ya que no se encuentran dentro de la esfera de acción pública sino de los ciudadanos o entidades dueños de los predios circundantes, haciendo necesario el control estricto de estas afectaciones desde la formulación misma de los estudios y diseños.

Respecto a la estructura de espacios construidos los impactos que deben ser analizados por el Consultor son los siguientes:

- Cambio del patrón de usos existente.

Con la implantación de equipamientos en el entorno urbano se producen demandas insatisfechas por parte de los usuarios y trabajadores de estos; con ello, se producen cambios en los usos de los predios dentro del área de influencia en busca de otros usos que generen una mayor renta del suelo. Este tipo de impacto puede producir las siguientes consecuencias:

- Cambios en la estructura espacial de las edificaciones por las necesidades propias del nuevo uso implementado.
- Expulsión del uso de vivienda de los sectores de influencia.
- Atracción de usos de alto impacto sin ningún tipo de regulación.
- Cambio en relación entre el espacio construido y el componente predial.

La implementación de equipamientos en el tejido de la ciudad produce cambios en cuanto a la relación de las edificaciones, existentes o futuras, y el suelo en el cual se encuentran implantadas. Estas transformaciones se expresan en el aumento del área construida respecto al área del predio, aumento en la ocupación de área construida en primer piso, construcción de nuevas áreas en zonas no ocupables de los predios y variaciones en la estructura predial. Estos impactos se ven representados en el espacio urbano de la siguiente manera:

- Densificación, planeada o no, del área aferente al equipamiento.
- Aumento de los índices de ocupación y/o construcción de los predios dentro del entorno del equipamiento, generalmente de manera ilegal, es decir, sin el cumplimiento de los requisitos de construcción municipales.
- Ocupación con construcciones de áreas no desarrollables de los predios tales como antejardines, patios y aislamientos.
- Subdivisiones o englobes de terreno sin cumplir con los requisitos legales y normativos.

IMPACTOS URBANÍSTICOS RELACIONADOS CON LA ESTRUCTURA VIAL Y DE TRANSPORTE

La estructura vial y de transporte engloba temas como accesibilidad, vías y estacionamientos, estos aspectos se ven directamente afectados con la implementación de un proyecto de infraestructura vial; en relación con los impactos a la estructura vial y de transporte el Consultor debe identificar los siguientes:

- Aumento del tráfico automotor

Por evidentes razones los proyectos viales generan un aumento del tráfico automotor, lo que trae como consecuencia los siguientes aspectos:

- Congestión.
- Reducción de la seguridad vial.
- Aumento en la demanda de infraestructura vial.
- Aumento de la demanda de Estacionamientos.

Los proyectos de infraestructura y los subsiguientes cambios de uso que producen en el territorio producen un aumento en la demanda de estacionamientos para vehículos particulares, produciendo los siguientes resultados negativos:

Invasión de las calzadas y espacios públicos para ser utilizados como estacionamiento.

- Explotación económica de bienes públicos por parte de privados.
- Necesidad de adaptar los predios colindantes para suplir las necesidades de estacionamiento.

IMPACTOS URBANÍSTICOS ASOCIADOS A LA ESTRUCTURA DE ESPACIO PÚBLICO

Una de las estructuras que más se ve afectada por la presencia de un proyecto de movilidad es la que corresponde al espacio público; los flujos de peatones y biciusuarios que pueden llegar a transitar por la zona de influencia del proyecto demandan dimensiones suficientes, estado físico adecuado y accesibilidad universal garantizada; adicionalmente, es necesario tener en cuenta las condiciones para un desplazamiento agradable en bicicleta. Los impactos urbanísticos sobre la estructura de espacio público peatonal que el Consultor debe identificar y analizar son:

- Aumento de la demanda de espacio público peatonal.

La incorporación o la mera existencia de un equipamiento de movilidad exigen del espacio público unas condiciones de orden tanto cualitativo como cuantitativo para poder operar adecuadamente. Dentro de este orden de ideas, los equipamientos producen sobre el espacio público los siguientes efectos:

- Insuficiencia de las dimensiones del espacio público existente no planificado para soportar el equipamiento.
- Deterioro de las condiciones físicas del espacio público.
- Dificultad de las personas en condición de discapacidad para acceder a los servicios prestados por el equipamiento.
- Explotación del espacio público peatonal por parte de privados.

Otro de los impactos que producen los proyectos de transporte es la explotación del espacio público y las zonas de derecho de vía por parte de privados. Esto se expresa en los siguientes resultados:

- Invasión del espacio público por parte del comercio informal y en algunos casos del formal para su explotación económica.
- Invasión de las zonas de derecho de vía para su explotación económica.
- Invasión del espacio público peatonal y las zonas de derecho de vía e infraestructuras asociadas (como carriles de desaceleración) para el estacionamiento de vehículos.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y RETROALIMENTACIÓN DEL ANTEPROYECTO

A partir de los impactos identificados anteriormente, el Consultor debe proponer las respectivas medidas de mitigación, identificando su carácter, aplicabilidad y responsable. Estas medidas se implementarán finalmente dentro del anteproyecto, produciendo así un insumo fiable y adecuado para la etapa III – Estudios y diseños definitivos.

1.4.5. Análisis de impactos paisajísticos en el entorno del proyecto y medidas de mitigación de estos

En esta etapa, III- Contratación, el Consultor debe identificar los impactos que se pueden producir en el paisaje a causa de la implementación del proyecto. En este lapso de tiempo, y contando ya con un anteproyecto realizado teniendo en cuenta las directrices fruto del análisis del territorio, es posible realizar un balance de los impactos en el territorio pese a haber seguido cuidadosamente las medidas y estrategias de diseño de la etapa II.

Como mínimo los impactos en el paisaje que deben ser analizados con el fin de producir medidas de mitigación para los mismos, son los siguientes:

IMPACTOS ASOCIADOS A LA DIMESION SENSORIAL DEL TERRITORIO

La dimensión sensorial del territorio se refiere a los aspectos relacionados con la percepción por medio de los sentidos humanos de un lugar; dentro de estos se encuentran aspectos visuales, sonoros y sensoriales en general. El Consultor debe analizar los siguientes impactos asociados al desarrollo del proyecto:

- Impactos Visuales:

  ¬ Sobre los elementos geomorfológicos: transformación de la integridad morfológica del terreno.
  ¬ Sobre los elementos vegetales: transformación de la integridad de la vegetación natural del espacio.
  ¬ Sobre los patrones formales y/o compositivos: forma, textura, escala dentro de las distintas escenas.

- Impactos Sonoros:

  ¬ Están referidos a todos aquellos sonidos, entendidos extensivamente como ruidos, que, por superar los niveles de decibelios recomendables como confortables para el ser humano, o bien por representar acciones o situaciones perceptiva o psicológicamente desagradables, se convierten en variables que empeoran la calidad sonora y escénica.

- Otros impactos sensoriales:

  ¬ Los olores u otras sensaciones que provocan rechazo, miedo o intranquilidad.

IMPACTOS ASOCIADOS A LA FUNCIONALIDAD PAISAJÍSTICA

Estos impactos están asociados a las funciones propias del paisaje. El Consultor debe analizar, como mínimo:

- Impactos sobre la funcionalidad social y económica:

  ¬ Cada espacio, en función de su tipo de paisaje, tiene una funcionalidad que implica una determinada distribución de los elementos que lo conforman. La modificación de esa disposición altera la lógica territorial, convirtiéndose en un impacto sobre su funcionalidad. Esta disfunción puede conllevar una pérdida de su productividad, ya sea agrícola, forestal, turística o recreativa, de tal forma que se pueden ver insatisfechas las necesidades sociales y económicas de una población en clave de desarrollo sostenible. Así, *verbi gratia*, la construcción de una gran infraestructura sin la reflexión previa sobre el modelo de organización del territorio y los ejes vertebradores de los distintos asentamientos afectados puede provocar una desconexión entre áreas dependientes o complementarias desde el punto de vista social y económico.

- Impactos sobre la funcionalidad geo-sistémica:

¬ La pérdida de biodiversidad y de geodiversidad produce una la pérdida directa e indirecta de la calidad y diversidad paisajística. Es necesario analizar estos impactos para buscar las medidas de mitigación más idóneas para evitar la pérdida de calidad paisajística de un entorno.

- Impactos sobre el carácter histórico del lugar:

  ¬ Impactos sobre el patrimonio mueble, inmueble y cultural: entendidos como tales los efectos de transformación de elementos materiales e inmateriales que son resultado de herencias culturales de distintas épocas. Costumbres, tradiciones, elementos paisajísticos de gran antigüedad como árboles singulares y edificios con significado histórico son parte de una larga lista de elementos que conectan la sociedad con eventos y personas que tuvieron importancia en épocas anteriores y que configuran la identidad territorial. El significado histórico puede ser comprendido como la unión del patrimonio material e inmaterial pero visto desde una perspectiva perteneciente a la dinámica paisajística.

  ¬ Impactos sobre lugares de interés histórico: es necesario comprender las afectaciones que se pueden producir en lugares donde se desarrollaron acontecimientos de importancia en la configuración histórica del territorio, estos deben ser preservados de actuaciones que desfiguren o enmascaren la memoria histórica ya que con la implementación del proyecto pueden ser objeto de transformaciones graves debido al desconocimiento de la importancia de los mismos, provocando la desaparición de las huellas o manifestaciones humanas que los hicieron especiales.

- Impactos en la dimensión estética del paisaje:

  ¬ El paisaje es una creación del ser humano y como tal no existe si alguien no lo percibe. Esta percepción, que emana tanto de lo sensorial como de la memoria, es la que hace que cada sociedad y cada individuo reconozca en un paisaje determinados valores estéticos, es necesario entonces que el Consultor interprete que impactos de tipo negativo podría producir el proyecto en dicha percepción.

- Impactos sobre o patrimonio natural o científico:

  ¬ Impacto sobre los valores naturales del territorio: se trata del tipo más analizado, y comprende las afecciones ambientales sobre la integridad de los ecosistemas, tanto vegetales y animales como geológicos, así como sobre las aguas continentales y marinas. También forman parte de este apartado los impactos o transformaciones sobre la integridad de los espacios merecedores de especial atención en función de estos valores.

¬ Impacto en la pérdida de información científica y ambiental: existe un patrimonio científico cuya información es fundamental para el estudio de ambientes y climas pasados y la interpretación de los futuros. Este lleva paralelo un contenido educativo intrínseco que puede concienciar a las generaciones futuras sobre la necesidad de proteger y respetar el medio en el que vivimos.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y RETROALIMENTACIÓN DEL ANTEPROYECTO

A partir de los impactos identificados anteriormente, el Consultor debe proponer las respectivas medidas de mitigación, identificando su carácter, aplicabilidad y responsable. Estas medidas se implementarán finalmente dentro del anteproyecto, produciendo así un insumo fiable y adecuado para la etapa III – Estudios y diseños definitivos.

1.4.6. Conclusiones y recomendaciones

El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan:

- Compilar la información secundaria y primaria utilizada para el estudio, así como, los resultados del análisis de la información de las áreas de influencia del proyecto, de los volúmenes de tránsito, y de origen-destino para los diferentes modos, en los tramos y puntos críticos.
- Definir el conjunto de sitios en los cuales se requiere la elaboración de diseño urbanístico y paisajístico en el proyecto.
- Identificar y evaluar las alternativas de criterios de tratamiento, para los diferentes componentes de la infraestructura, con su correspondiente estimación de costos que involucra para el proyecto.
- Establecer los criterios utilizados en la evaluación de las alternativas identificadas.
- Determinar las alternativas recomendadas de solución 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.
- Establecer el esquema de temporalidad en la implementación de dichas soluciones en el proyecto.
- Identificar los impactos urbanísticos que se podrían generar con la implementación del proyecto como se encuentra diseñado en su fase de anteproyecto.

-Identificar los impactos paisajísticos que se podrían generar con la implementación del proyecto como se encuentra diseñado en su fase de anteproyecto.

-Proponer medidas de mitigación en los impactos urbanísticos y paisajísticos identificados.

-Retroalimentar el Anteproyecto Urbano-Paisajístico para evitar los impactos que se pueden producir en el territorio.

- Se deberá dejar explícitamente las recomendaciones a tener en consideración durante la siguiente fase de estudios.
- Ser un insumo fundamental para la actuación de otros especialistas indispensables en los estudios y diseños requeridos para un proyecto vial.

1.4.7. Anexos Del Volumen

Se deberá organizar en medio digital toda la información secundaria y primaria que haya sido utilizada para el desarrollo del presente Estudio. Así mismo, se deberá clasificar para fácil consulta, tanto por parte del Interventor y/o del INVÍAS, como por cualquier otra persona que se encuentre interesada en acceder a dicha información.

Como anexo del volumen se deberá incluir los planos del anteproyecto desarrollado y complementado con el resultado de los estudios de impacto urbanístico y paisajístico.

2.10 VOLUMEN X ESTUDIO DE ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA
CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN
CAPÍTULO 4. ESTABLECER EL CONTEXTO
CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS
CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LOS RIESGOS
CAPÍTULO 7. TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS
CAPÍTULO 8. CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS
CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
ANEXOS

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1. OBJETIVO

El objetivo de los estudios y análisis de riesgo es el de anticipar potenciales afectaciones sobre la infraestructura del puente y sus accesos, de tal forma que se incluya en los diseños, las medidas de mitigación, medidas no estructurales y estructurales, prospectivas y correctivas, todas acordes con los resultados y conclusiones de los análisis realizados por las demás especialidades que conforman el proyecto y con las cuales se debe articular y retroalimentar el estudio de riesgos.

Para adelantar el análisis requerido es necesario, por lo menos y conforme la normatividad vigente, identificar y caracterizar las amenazas por efecto del cambio climático, erosión, socavación, inundación, avenidas torrenciales, sismos, sedimentación, y demás que se presente en el área de influencia del puente y sus accesos, dentro de los cuales se encuentran implícitos los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural y tecnológico, biosanitario o humano no intencional, que pueden llegar a afectar la obra, su entorno, usuarios (vehículos y personas) y operadores o dicho de otra forma los actores viales (Stakeholders), para luego evaluar la condición de vulnerabilidad de los mismos frente a las dinámicas identificadas, finalmente, dar los lineamientos del plan de gestión del riesgo que involucra

proponer medidas no estructurales y estructurales, prospectivas y correctivas, implementación de elementos de seguridad vial, elaboración de planes de respuesta a emergencias y desastres, monitoreo, entre otras, proponiendo nuevas tecnologías relacionadas con materiales, que permitan una mayor adaptabilidad del Puente al cambio climático, enfatizando en el análisis de los periodos de retorno y sostenibilidad.

El Consultor debe identificar y clasificar los riesgos previsibles que impactaran durante la ejecución del proyecto por la implementación de los diferentes escenarios y alternativas planteadas de emplazamiento del Puente y sus accesos, para elaborar la matriz de riesgos previsibles del proyecto estableciendo en ella un nivel de probabilidad e impacto.

La matriz de riesgos se construirá con el nivel de precisión que lo permita los demás estudios realizados, en especial los de Geología, Geomorfología, Geotecnia, Hidrología, Hidráulica y Socavación e información disponible del proyecto.

1.2. ALCANCES

Estos requerimientos técnicos constituyen una guía de referencia para la realización de los estudios de riesgo, por lo tanto deben ser adaptados de acuerdo con la complejidad y características del Puente y sus accesos; dada la posibilidad que el proyecto vial cuente con estudios de riesgo previos, acogidos en sus fases de desarrollo o maduración, el Consultor deberá realizar su diagnóstico y considerar su actualización o definitivamente la realización de un estudio que acoja en cualquier caso los presentes requerimientos, definición que deberá ser revisada y aprobada por la interventoría. El alcance general debe incluir un análisis de Amenaza, un análisis de Vulnerabilidad y un análisis de Evaluación de Riesgos, a fin de optimizar la realización de recomendaciones sobre las medidas de reducción del riesgo.

Para el análisis de la Amenaza se deben contemplar las amenazas del entorno del proyecto, del proyecto al entorno y las amenazas internas al proyecto. Así mismo, en el análisis de la Vulnerabilidad se deben tener en cuenta la vulnerabilidad de los elementos del proyecto y los elementos del entorno; entendiendo que la vulnerabilidad se estima a partir de los elementos expuestos a la amenaza. De igual manera en la evaluación del Riesgo, contemplar los riesgos del entorno al proyecto, los riesgos del proyecto al entorno y los riesgos del proyecto.

El Consultor debe identificar y clasificar los riesgos previsibles que impactaran durante la ejecución del proyecto, por la implementación de los diferentes escenarios y alternativas planteadas, para elaborar la matriz de riesgos previsibles estableciendo en ella un nivel de probabilidad e impacto.

La matriz de riesgos se construirá con el nivel de precisión que lo permita los demás estudios y análisis realizados por las demás especialidades que conforman el proyecto, disciplinas con las cuales se debe articular el estudio de riesgos y realizar la retroalimentación correspondiente.

Los alcances contemplados deben acoger las siguientes actividades, las cuales serán la base de los productos que el Consultor elaborará en el volumen de Riesgo.

- Identificar los riesgos y amenazas que puedan desencadenar eventos que afecten el puente y sus accesos, y documentar sus características más representativas. El

análisis y evaluación requeridos en esta etapa corresponde a estudios de detalle a escala 1: 2.000 o 1: 1.000 mediante los que se deben establecer los aspectos de estabilidad y seguridad de las áreas de localización del puente y sus accesos, sin embargo, la escala del estudio debe tener en cuenta el contexto regional a escala 1:10.000 o de mayor detalle, lo cual dependerá de las características y complejidades que presente la zona.

El Plan de Gestión del Riesgo, la matriz de Riesgo, junto con los lineamientos de las medidas de reducción del riesgo y plan de respuesta de emergencias, son los productos o entregables de este componente para la ejecución del Puente y sus accesos, se adelantarán coordinando con la totalidad de las áreas temáticas del proyecto y en especial, geología, geotecnia, hidrología, hidráulica, estructuras, urbanismo y paisajismo, ambiental y social, sostenibilidad y de la evaluación económica del proyecto junto con su presupuesto.

- Realizar un análisis para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo, identificando el impacto que tendría en la infraestructura del Puente y sus accesos.

El Consultor basándose en los estudios técnicos, el análisis de necesidades, información secundaria y de ser necesario fuentes primarias deberá validar los efectos de los riesgos identificados y categorizados que permitan proponer el Plan de Respuesta, en el cual se establezcan alternativas y acciones puntuales para potencializar las oportunidades identificadas y proponer su tratamiento para reducir las amenazas que afecten los objetivos del proyecto.

- Elaborar y cuantificar una estrategia preliminar de administración del riesgo previsible, incluyendo criterios y medidas de mitigación, usando como referencia estudios de riesgos de proyectos similares o del área en la cual se localiza el proyecto.

El Consultor debe proponer un sistema de control y monitoreo que permita realizar una supervisión constante a los riesgos, identificar nuevos riesgos e incluirlos en la matriz de probabilidades e impacto para posteriormente realizar el análisis cualitativo y cuantitativo, el análisis de temporalidad, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad durante el emplazamiento del Puente y sus accesos, como de su operación.

Es importante señalar que los planes de respuesta a los riesgos deben identificar responsabilidades específicas que deben ser asumidas o gestionadas tanto por la Entidad, como por el contratista.

- Elaborar la matriz de riesgos previsibles del proyecto, con su respectivo análisis y administración de riesgos, teniendo en cuenta que los riesgos previsibles identificados sean diferentes a los cubiertos por las garantías obligatorias.

De igual forma el Consultor debe cuantificar las probabilidades e impacto propuestas en el análisis preliminar consignado en la matriz de riesgos, priorizando los diferentes eventos o condiciones de riesgo según la importancia de atención, clasificándolos en riesgos operacionales, tecnológicos, regulatorios, sociales o políticos, financieros y económicos, y de la naturaleza, siguiendo la clasificación establecida por el CONPES 3714 o el que lo sustituya, e identificando responsables y acciones de mitigación.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

El Consultor acogerá los lineamientos metodológicos y directrices establecidas en la normatividad vigente, como son la Ley 1523 de abril 24 de 2012, "(…)*por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones*", como su decreto reglamentario, Decreto N°2157 del 20 de diciembre de 2017 *"(…) por medio del cual se dictan directrices generales para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012*", buscando en todo momento la articulación con las entidades de orden local, regional y nacional para la gestión del riesgo. Así mismo, debe incorporar en los análisis requeridos la información secundaria existente a nivel territorial y local, como son los POT´s, POMCAS, Planes departamentales y municipales de Gestión del Riesgo y demás instrumentos de planificación con que cuenta el área de influencia del proyecto, de tal manera que pueda tener un diagnóstico general del territorio.

El Consultor debe definir la Metodología para el desarrollo del Estudio, documento que deberá entregar a la Interventoría para su aprobación; y en el cual, detallará la información secundaria y primaria con que se realizará el estudio, y los trabajos de campo.

Su estructuración a nivel técnico debe realizarse a partir del planteamiento del problema o necesidad de la ejecución del Puente y sus accesos, considerando su localización y la importancia para el transporte de personas, mercancía, turismo y el aporte al desarrollo de la región, sumado a la obligación del INVÍAS de brindar infraestructura que satisfaga la normatividad vigente, para lo cual, debe contemplar el uso de herramientas como modelación de escenarios o planeación por escenarios.

El Consultor debe contemplar la aplicación de metodologías basadas en el ciclo PHVA y las desarrolladas por las entidades especializadas y entes gubernamentales, para lo cual debe consultar las referencias disponibles con que cuentan dichas instituciones. Como herramienta metodológica para desarrollar los análisis requeridos se propone acoger el concepto de Corredor Geotécnico descrito en los lineamientos generales de la Gestión del Riesgo adelantados por la entidad[1], (Anexo 1).

CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN (PRIMARIA Y SECUNDARIA)

Para el estudio de riesgos, el Consultor se apoyará y acogerá la información primaria que aplique, de las demás especialidades y la resultante del trabajo de campo realizado por el especialista o el equipo encargado de su elaboración.

[1] Servicio Geológico colombiano – Instituto Nacional de Vías (2018). Guía metodológica para la evaluación del riesgo físico por movimientos en masa en la infraestructura vial - Convenio Interadministrativo 003/2018. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

Como parte del proceso de recopilación y toma de información secundaría el Consultor debe contemplar la revisión de los documentos técnicos que le permitan identificar y prever riesgos operativos o de otro tipo, en tal sentido, debe revisar la información existente sobre las características y complejidades de los procesos constructivos o construcción de infraestructura especialmente compleja, requerida por el proyecto.

Para este estudio, el Consultor podrá utilizar las siguientes referencias bibliográficas en materia de riesgos ampliamente utilizadas en el medio como son:

- Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los Procesos de Contratación de Colombia Compra Eficiente, el cual, ofrece lineamientos y principios metodológicos de manejo y en la gestión de Riesgos en el Proceso de Contratación y en el cual tiene en cuenta el Documento Conpes 3714 de 2011.
- La Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas del Departamento Administrativo de la Función Pública de octubre de 2018.
- IDEAM, GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE INUNDACIÓN. Bogotá, D.C., 2017.
- Instituto Nacional de Vías. (2018). Plan de Gestión del Riesgo de Desastres Decreto 2157 de 2017. Bogotá, Colombia.
- Política de Administración del Riesgo, Instituto Nacional de Vías, Revisión y Propuesta de actualización marzo 2018.
- Servicio Geológico colombiano – Instituto Nacional de Vías (2018). Guía metodológica para la evaluación del riesgo físico por movimientos en masa en la infraestructura vial - Convenio Interadministrativo 003/2018. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Instituto de Hidrología, Meteorología Estudios Ambientales - IDEAM, Guía metodológica para la gestión del riesgo. Bogotá, 2019.
- Plan Nacional de Seguridad Vial Colombia 2011 – 2021.
- 2. Metodología para evaluar los Riesgos. Incorporando la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en proyectos de inversión pública. Caja de herramientas. Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- Plan Indicativo para el Fortalecimiento Institucional de la Gestión de Riesgos de Desastres en el Sector Infraestructura Vial, Hoja de Ruta, Fortalecimiento Institucional. CAF Banco de Desarrollo de América Latina, Mintransporte. 2013.
- Las demás que el Consultor justifique y considere apropiadas, previa aprobación de la interventoría.

CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE RIESGOS

4.1. ESTABLECER EL CONTEXTO

El Consultor deberá identificar el contexto bajo el cual interactúa el proyecto, que incluya entre otros, los aspectos que se mencionan a continuación, y los posibles riesgos y efectos adversos que estos pueden generar:

- El objeto y alcance del proyecto.
- Disponibilidad de recursos.

- Tipo de Contratación.
- Las condiciones geográficas y de acceso del lugar en el cual se debe cumplir el objeto del proyecto.
- El entorno socio ambiental.
- Condiciones, geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas, hidrológicas, hidráulicas y de erosión y/o socavación, del sector.
- Las condiciones sociopolíticas y ambientales.
- Los factores ambientales.
- Enfoque de sostenibilidad.
- Estudio de mercado del sector objeto del proyecto.
- Experiencia propia y de otras Entidades en proyectos similares.
- Normatividad aplicable.
- Incorporación de nuevas tecnologías (Referencia Plan De Desarrollo Art. 173 Innovación E Implementación De Nuevas Tecnologías En Proyectos De Infraestructura Del Transporte).

4.2. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Una vez establecido el contexto, el Consultor debe identificar e incluir en la matriz de riesgos, los riesgos contractuales, naturales, operacionales, como los asociados al cambio climático y su incidencia sobre el área de influencia del proyecto. Para lo anterior, el Consultor deberá contar con el equipo idóneo o profesional especializado en riesgos, con el conocimiento adecuado sobre gestión y administración del riesgo.

Son fuente de información para la identificación de los riesgos previsibles de la ejecución del contrato los documentos precontractuales de proyectos similares, el conocimiento de obras o actividades similares, la información histórica de procesos similares, la información externa asociada a la ubicación geográfica del proyecto, situación ambiental, social y de desarrollo, las normas, las comunicaciones, proveedores de materiales y servicios, planes estratégicos, planes de acción, reportes de desempeño, presupuestos, riesgos identificados por otras Entidades, lluvia de ideas, paneles de expertos cuando la complejidad del proyecto lo exige, análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas), encuestas y cuestionarios.

Una vez identificados los riesgos, el Consultor debe clasificarlos según: la clase, fuente, y tipo de riesgo, para posteriormente y de acuerdo con el criterio de experto o del equipo especializado en riesgos, priorizar y definir los que requieren mayor análisis y evaluación.

El Puente y sus accesos constituyen la unidad de análisis, lo cual quiere decir que se analizará a nivel de este (puntual) el efecto que las posibles amenazas tengan sobre estos y sus servicios, para lo cual se tendrá en cuenta el nivel de vulnerabilidad y resiliencia que presente. En todos los casos, las estrategias que se formulen, así como los lineamientos técnicos para la gestión del riesgo deben gestionar adecuadamente la resiliencia.

El elemento físico que se evaluará frente a las amenazas identificadas, corresponde a la estructura de paso, junto con sus aproximaciones viales, y este corresponde a un elemento proyectado, por tanto la exposición frente a cierta dinámicas permitirá seleccionar la mejor

ubicación del mismo, de otra parte se debe contextualizar en el marco geográfico del proyecto, toda vez que los impactos y retro impactos del proyecto hacia el entorno, entendiéndose el entorno como el territorio y sus dinámicas, y viceversa, deben considerarse en esta evaluación como sistema expuesto garantizando la aceptación y apropiación del proyecto manteniendo el equilibrio y/o adaptabilidad del entorno (resiliencia).

4.3. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

El Consultor debe evaluar cada uno de los riesgos identificados y priorizados, estableciendo el impacto de estos frente al logro de los objetivos del proyecto y su probabilidad de ocurrencia. Esta evaluación tiene como fin asignar a cada riesgo una calificación en términos de impacto y de probabilidad, la cual permite establecer la valoración de los riesgos identificados y plantear las acciones para mitigar el impacto durante su ejecución.

Para estimar el impacto y la probabilidad de ocurrencia de un evento que afecte de manera negativa el proyecto del Puente y sus accesos, se sugiere considerar fuentes de información como: registros anteriores o histórico de la ocurrencia del evento identificado, experiencia en proyectos similares, prácticas y experiencia en el sector en el manejo del riesgo identificado, publicaciones o noticias sobre la ocurrencia del riesgo identificado, opiniones y juicios de especialistas y expertos, estudios técnicos, entre otros.

El Consultor deberá evaluar los riesgos combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto del evento para:

1. Asignar una categoría a cada riesgo de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia. El Consultor puede utilizar las fuentes de información sugeridas anteriormente, métodos cuantitativos con diferentes metodologías que arrojen otros resultados y complementen los resultados de la matriz de evaluación de riesgos.
2. Determinar el impacto del riesgo, desde el punto de vista de la calificación cualitativa del efecto del riesgo.

La construcción de un escenario de riesgo resulta ser indispensable, en la medida que este, puede llegar a argumentar o explicar los alcances de un fenómeno amenazante y las consecuencias. Una vez establecido un escenario puede ser usado de manera objetiva en la gestión de riesgos o en el manejo del mismo.

Los escenarios de riesgo en lo posible deben representar la realidad abordada, es decir que las hipótesis de trabajo tengan en cuenta aspectos como: las condiciones de presencia de uno u otro evento amenazante; los diferentes tipos de solicitaciones que el fenómeno puede causar; las características de los elementos expuestos al fenómeno; los daños y perjuicios potenciales que pueden sufrir estos elementos expuestos; las perturbaciones que pueden afectar a las diferentes actividades sociales y económicas; una evaluación de la pérdidas potenciales de vidas humanas, de tipo económico o de otra índole.

Una vez estructurado el escenario, este puede ser actualizado cada vez que se registren nuevos datos o se mejore la hipótesis inicialmente planteada al inicio del desarrollo de este numeral en función de la problemática o necesidad. Lo anterior se constituye en una ventaja o valor

agregado para las investigaciones siguientes y las actividades de prevención y atención de emergencias que se adelanten, debido al ahorro en tiempo y dinero que representa la adquisición sistemática del conocimiento específico.

4.4. CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS

El producto de este análisis será la construcción y presentación de la matriz de riesgos del proyecto, la cual, tendrá como mínimo los componentes descritos en las Tablas No. 1.

Es importante aclarar que en todo proyecto de ingeniería de consulta existen riesgos que se deben prever o anticipar por las entidades públicas como parte de los aspectos a considerar en el proceso de contratación. En tal sentido, el artículo 4 de la Ley 1150 de 2007 establece que la Entidad Estatal debe "*incluir la estimación, tipificación y asignación de los riesgos previsibles involucrados en la contratación*" en los pliegos de condiciones o su equivalente.

Colombia Compra Eficiente desarrolló y puso a disposición de los Consultores el Manual para la identificación y cobertura del riesgo en los Procesos de Contratación. (Ver Anexo 2). Hace parte de este Manual la "*Matriz para la Identificación de Riesgos en Contratos de Consultoría*", en donde deben ser identificados, clasificándolos en riesgos operacionales, tecnológicos, regulatorios, sociales o políticos, financieros y económicos, y de la naturaleza, siguiendo la clasificación establecida por el CONPES 3714, e identificando responsables y acciones de mitigación. Esta matriz permite, tanto al INVÍAS como al Consultor, valorar y prever situaciones de riesgo, y minimizar sus efectos sobre el desarrollo del proyecto de Consultoría.

El Consultor debe acoger la recomendación de Colombia Compra Eficiente a las Entidades Estatales de elaborar la matriz indicada en la Tabla 1, que incluya todos los Riesgos identificados del Proceso de Contratación, estableciendo su clasificación, la probabilidad de ocurrencia estimada, su impacto, la parte que debe asumir el Riesgo, los tratamientos que se puedan realizar y las características del monitoreo más adecuado para administrarlo, como se muestra a continuación:

Tabla 18. Matriz de Riesgos de CCE

Nº	Clase	Fuente	Etapa	Tipo	Descripción (Qué puede pasar y, cómo puede ocurrir)	Consecuencia de la ocurrencia del evento	Probabilidad	Impacto	Valoración del riesgo	Categoría	¿A quién se le asigna?	Tratamiento/Controles a ser implementados	Impacto después del tratamiento				¿Afecta la ejecución del contrato?	Persona responsable por implementar el tratamiento	Fecha estimada en que se inicia el tratamiento	Fecha estimada en que se completa el tratamiento	Monitoreo y revisión	
													Probabilidad	Impacto	Valoración del riesgo	Categoría					¿Cómo se realiza el monitoreo?	Periodicidad ¿Cuándo?
1																						
2																						
3																						

Fuente: Colombia Compra Eficiente

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan:

- Realizar un análisis preliminar de administración del riesgo previsible, incluyendo criterios y medidas de mitigación; identificando el impacto que tendría en la infraestructura del proyecto.
- Ser un insumo fundamental para la construcción de la matriz de riesgos definitiva que acompañará el proceso de contratación y será una valiosa herramienta para dirimir futuras diferencias entre la entidad y los contratistas en caso de manifestación de riesgos en la etapa de ejecución del proyecto.
- Se deben dejar explícitamente las recomendaciones a tener en consideración durante la construcción del Puente y su operación.
- Acoger la legislación vigente, junto con los avances metodológicos desarrollados por las entidades especializadas, para que sean identificados, analizados y gestionados los riesgos a nivel de las fases posteriores.

ANEXOS

Se deberá organizar en medio digital toda la información secundaria y primaria que haya sido utilizada para el desarrollo del Estudio de Riesgos. Así mismo, se deberá clasificar para fácil consulta, tanto por parte del Interventor y/o del INVÍAS, como por cualquier otra persona que se encuentre interesada en acceder a dicha información.

2.11. VOLUMEN XI SOSTENIBILIDAD

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es definir las estrategias y metodología de sostenibilidad en las dimensiones técnica, ambiental, social, económica, financiera y de gobernanza para la Fase de Factibilidad de los proyectos de infraestructura de transporte a cargo del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, en armonía con lo establecido en la Política de Sostenibilidad del Instituto, adoptada por la Resolución 405 del 13 de febrero de 2020, la cual fue actualizada por la Resolución 1314 del 20 de abril del 2022, así como la normatividad y lineamientos nacionales e internacionales vigentes en relación con el desarrollo de Infraestructura Sostenible.

ALCANCE

Definir y plantear lineamientos y criterios de sostenibilidad desde la concepción de la idea misma del proyecto en la FASE II AVANZADA, de manera tal que sean incorporados y desarrollados en la o las alternativas propuestas por el consultor en la etapa de factibilidad. Esto implica que el componente de sostenibilidad al ser transversal en todo el proyecto debe considerarse en todos los volúmenes del estudio.

CAPITULO 2. GENERALIDADES

Los resultados de este capítulo se inscriben en la FASE II AVANZADA, señalada para la ejecución de proyectos de infraestructura, por lo cual el Consultor debe establecer si el proyecto es factible desde el punto de vista técnico, ambiental, social, económico, financiero y de gobernanza. Por tanto, debe identificar los factores que pueden llegar a impactar el proyecto y determinar su viabilidad desde la visión de la Sostenibilidad. Posteriormente El Instituto Nacional de Vías – INVIAS, podrá determinar si continúa con el diseño definitivo del proyecto y el trámite del estudio de impacto ambiental, ante la autoridad ambiental competente.

Los criterios de Sostenibilidad incorporados deben reflejar el compromiso del Instituto con relación al desarrollo sostenible, deben ir en coherencia con los fines esenciales y derechos establecidos en la constitución Política y la legislación vigente relacionados con la protección del medio ambiente, protección de las riquezas culturales y naturales de la nación.

Según jurisprudencia de la Corte Constitucional (C-431 de 2000, C-041 de 2017 y C-048-18) el derecho al ambiente sano impone obligaciones especiales al Estado, tales como: 1) proteger su diversidad e integridad, 2) salvaguardar las riquezas naturales de la Nación, 3) conservar las áreas de especial importancia ecológica, 4) fomentar la educación ambiental, 5) planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para así garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución, 6) prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, 7) imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados al ambiente y 8) cooperar con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas de frontera.

Para la elaboración del volumen de sostenibilidad, el consultor deberá en primera instancia implementar la metodología de evaluación y seguimiento de la sostenibilidad del Instituto denominada AIKA, de conformidad en lo establecido en el capítulo 3.

La evaluación de factibilidad que se realice debe estar enmarcada en el concepto de infraestructura de transporte sostenible, entendido como el desarrollo de los modos de transporte carretero, férreo, fluvial y marítimo los cuales son planificados, diseñados, construidos, operados y desmantelados, en equilibrio con las dimensiones técnica, ambiental, social, económica, financiera y de gobernanza, con el fin de elevar el bienestar social y el crecimiento económico, sin agotar la base de los recursos naturales renovables.

Como resultado de este volumen, se debe contar con suficiente información recopilada principalmente a través de fuentes secundarias. Sin embargo, se debe capturar información en campo necesaria para determinar la factibilidad del proyecto. Esto es particularmente aplicable para la evaluación del grado de afinidad de acuerdo que genera el futuro proyecto en las comunidades.

Los requerimientos mencionados son de carácter general y deberán ser adaptados a la magnitud y/o particularidades del proyecto y a las características ambientales regionales y locales del mismo.

Para la elaboración del volumen de sostenibilidad Fase II avanzada, el Consultor deberá tener en cuenta la reglamentación legal y técnica vigente, relacionada con desarrollo sostenible, con base en el análisis del alcance del proyecto.

CAPÍTULO 3. FORMULACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

- La Metodología de Sostenibilidad del INVÍAS lleva por nombre “Aika” en honor al pueblo indígena muisca, una palabra que significa “mañana” y refleja un nuevo pensamiento en torno a la infraestructura de transporte, para la construcción de un futuro mejor basado en el desarrollo y respeto al medio natural y social.
-
- Aika es una herramienta de evaluación y calificación analítica basada en el empleo de 58 criterios distribuidos en 20 componentes dentro de las dimensiones técnica, ambiental, social, económica y financiera y de gobernanza, encaminada a cotejar el grado de cumplimiento de un determinado proyecto en cualquiera de las fases de su ciclo de vida, respecto a una escala que mide desde el nivel básico, con el cumplimiento de la normatividad vigente, hasta un nivel excepcional de sostenibilidad, con el que se genera un impacto positivo en el medio evaluado. En otras palabras, es un instrumento que se enfoca de forma sustentada y cuantificable en respaldar la toma de decisiones y adopción de medidas, procedimientos o acciones tendientes a garantizar que los proyectos de infraestructura de transporte del INVÍAS se conciban e implementen involucrando la sostenibilidad de manera armónica y en su justa medida.
-

- Por lo tanto, el consultor deberá tener en cuenta los criterios establecidos en la Metodología de Sostenibilidad del INVIAS para la Fase II Avanzada, la cual estará enfocada en establecer un análisis costo-beneficio relacionado con la implementación de los criterios de sostenibilidad para el diseño del proyecto en la o las alternativas planteadas.
-
- La implementación y desarrollo de la metodología de evaluación de la sostenibilidad para el proyecto debe contribuir a:
-
- Cuantificar y demostrar los beneficios de la infraestructura sostenible
- Establecer menores impactos o repercusiones negativas en la comunidad y el medio ambiente.
- Mayor viabilidad a largo plazo mediante el aumento de la resiliencia (tener en cuenta las condiciones cambiantes).
- Reducir los costos y los riesgos a largo plazo.
- Obtener una mayor confianza y participación pública para la aceptación del proyecto.
- Estimular la innovación significativa y cambiante.
-
- Teniendo en cuenta que la Metodología AIKA, se encuentra en proceso de implementación, el consultor podrá proponer nuevos criterios de sostenibilidad para esta Fase II Avanzada, que la complementen, los cuales deberán estar revisados y valorados por la interventoría para ser presentados al Instituto, específicamente al Grupo de Sostenibilidad para su validación e incorporación al proyecto.
-

CAPITULO 4. LINEAMIENTOS GENERALES DE SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO A EJECUTAR

El consultor deberá dentro del análisis de la infraestructura sostenible, considerar como mínimo los siguientes aspectos:

1. Realizar un diagnóstico de las interacciones de la infraestructura existente con los medios físico y biótico, con el fin de formular medidas de manejo de carácter correctivo con base en consideraciones ambientales, tecnológicas y de ingeniería.

2. Tener en cuenta que la infraestructura es económicamente sostenible si genera un equilibrio entre el rendimiento económico neto positivo y la protección de los servicios ecosistémicos a largo plazo, a partir de una adecuada valoración económica, teniendo en cuenta todos los beneficios y costos durante el ciclo de vida del mismo.

3. Se deberá considerar el costo asociado tanto a las actividades de construcción como de operación del proyecto, propendiendo que sea la alternativa técnicamente más viable y que genere el menor impacto al medio y con el menor costo posible. Para la fase de operación específicamente, el costo de mantenimiento de la infraestructura, deberá ser el mínimo y en ningún caso deberá implicar invertir en su reposición dentro de la vida útil proyectada

4. Valorar y ponderar la cantidad de recursos naturales a utilizar, bajo el entendido que la infraestructura sostenible propende por el menor consumo y afectación de los recursos.

5. En los diseños definitivos de la infraestructura de transporte con objeto de mejoramiento en los proyectos de estudios, se deberán incorporar el concepto del manejo del agua lluvia con un enfoque regional, evaluando la acción de la misma en la parte más alta de la cuenca asociada al proyecto, formulando acciones tendientes a incrementar la cobertura vegetal en las zonas ambientalmente estratégicas que se identifiquen, contribuyendo así al desarrollo de la infraestructura sostenible

6. Incorporar en los diseños estratégicos de conectividad ecosistémico que generen el menor impacto sobre los ecosistemas, en particular los estratégicos. Se deberá incorporar el concepto de infraestructura verde que permita mitigar las afectaciones sobre las áreas sensibles, identificar las zonas factibles a ser compensadas y manejadas correctamente y permitir la conectividad de los diferentes hábitats inicialmente impactados por el proyecto.

7. En cuanto a los recursos naturales efectuar un análisis respecto a la valoración y cuantificación del uso de los mismos, así como el impacto que se puede generar por la implementación en el proyecto. Es de resaltar, que el diseño de la infraestructura sostenible siempre debe propender por el menor consumo y afectación de los recursos

8. Diseñar infraestructura para mitigar impactos negativos sobre la fauna y flora.

9. Incorporar en los diseños estrategias de conectividad ecosistémico. Identificando las zonas factibles a ser compensadas que, manejadas correctamente, permitan la conectividad de los diferentes hábitats impactados por el proyecto, así como la prevención y/o mitigación de los impactos negativos sobre la biodiversidad (fauna y flora).

10. Investigar e incorporar en los diseños nuevos materiales alternativos aplicables a la alternativa seleccionada, que sean factibles de implementar según criterios técnicos, ambientales, económicos y disponibilidad de obtención.

11. Incluir en el diseño criterios de innovación y tecnología, en concordancia con lo establecido en la Ley 1286 del 2009 (o la que la modifique o sustituya) que estableció incrementar la capacidad científica, tecnológica y de innovación, para elevar el bienestar de la población, así como dar valor agregado a los productos y servicios nacionales.

12. Realizar diseños definitivos compatibles con los objetivos del ordenamiento territorial ambiental. Dar especial atención a los objetivos de conservación de las Áreas de Especial Interés Ambiental.

13. Formular estrategias que consideren las necesidades productivas y de accesibilidad de las comunidades locales, así como la promoción del transporte inclusivo (atendiendo a grupos poblacionales específicos y sus necesidades diferenciales) y aquel que contribuya a la integración de las comunidades étnicas y la garantía de sus derechos.

14. Construir con criterios de polifuncionalidad de la Infraestructura, incluyendo funciones educativas y recreativas.

15. Evaluar la forma en que el futuro proyecto puede generar o agravar los conflictos, tensiones y desigualdades existentes o comprometer la seguridad de las comunidades.

CAPÍTULO 5. CRITERIOS ESPECÍFICOS DE SOSTENIBILIDAD (BUENAS PRÁCTICAS) PARA INCLUIR EN EL PROYECTO

Adicional al numeral anterior el consultor deberá revisar e incluir los siguientes criterios específicos:

1. DIMENSIÓN TÉCNICA

a. Trazados y Diseños Sostenibles

i. *Implementación de infraestructura verde*

El consultor deberá incorporar en sus diseños lineamientos de infraestructura verde complementarias a las obras grises, según evaluación y la factibilidad del proyecto.

El consultor deberá proponer infraestructura que permita acciones de manejo integral del agua de lluvia fomentando la creación de ambientes más saludables. Por lo anterior, deberá determinar el área de la cuenca del sitio a intervenir e identificar contribuciones de escorrentía de y hacia cuencas aledañas. Los diseños deberán permitir colectar, esparcir, reducir la velocidad e infiltrar el agua de lluvia, de manera tal que puedan ser integradas en el diseño de la infraestructura y en las propuestas de infraestructura verde que puedan ser implementadas (Muros verdes, humedales artificiales para tratamiento de aguas, entre otros).

Los presupuestos y diseños para la infraestructura propuesta tanto de obra gris y obra verde, deberán incorporar materiales, diseños de obra, que contemplen diseños geométricos y paisajísticos, entre otros, en armonía con características sociales y culturales del entorno, considerando los conocimientos ancestrales y locales.

Infraestructura Verde Vial

Los Lineamientos de infraestructura Verde Vial – LIVV, como lo indica su nombre son una guía macro que permiten mejorar-fortalecer la gestión socio-ambiental en el desarrollo de los proyectos, contribuyendo a la implementación del componente de sostenibilidad; se recomienda que el consultor los consulte e implemente de acuerdo a los criterios establecidos en la Política de Sostenibilidad para Infraestructura de Transporte relacionados en este apéndice. A

continuación, se anexa el enlace para la consulta de estos lineamientos, para esta Fase II Avanzada, teniendo en cuenta que es deber del consultor verificar la vigencia del mismo. https://www.wwf.org.co/?365979/Guia-para-el-desarrollo-de-infraestructura-verde-vial.

Un proyecto de infraestructura verde vial es aquel que incorpora de manera integral en todas sus etapas del ciclo de vida, elementos ambientales, sociales, tecnológicos y de ingeniería, para evitar mitigar y corregir los potenciales impactos ambientales negativos que puedan generar, obteniendo como resultado de su ejecución, un balance ambiental neto positivo.

Dentro de los Lineamientos infraestructura verde vial el consultor deberá considerar el manejo de cruces con cuerpos de agua y la construcción de obras de drenaje, como medidas que inciden de manera directa en la prolongación de la durabilidad, el tiempo de vida útil de la infraestructura y su adaptabilidad a las condiciones climáticas y del entorno, evitando de esta forma la generación de mayores impactos sobre el medio natural.

ii. *Implementación de Ecodiseños*

El consultor deberá incorporar lineamientos de infraestructura verde complementarias a las obras grises, según evaluación y la factibilidad del proyecto. Se deberá proponer diseños tipo (Ecodiseños) para la futura construcción de campamentos, puntos SAU (Sistemas por módulos o paneles armables), entre otros, e identificará el uso de materiales alternativos y reciclados, siendo estos más amigables con el medio ambiente. Se resalta que el diseño deberá ir acorde al paisaje de la zona, con el fin de que sean sostenibles.

También el consultor deberá tener en cuenta el concepto de ecodiseños que busca la integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del producto con el objetivo de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida del proyecto de infraestructura de transporte, en donde se tenga en cuenta el medio ambiente como otro factor a la hora de la toma de decisiones durante el proceso de desarrollo de la infraestructura de transporte.

iii. Diseños y estructuras para pasos de Fauna silvestre

El consultor deberá incorporar dentro de la evaluación económica de la alternativa seleccionada, los costos requeridos para la ejecución de los pasos de fauna y otras medidas de prevención y mitigación del atropellamiento de fauna que se establezcan de acuerdo con el análisis del mapa de vulnerabilidad faunística, con el fin, de no afectar áreas de importancia ecológica y de ecosistemas estratégicos. Lo anterior, se deberá desarrollar en un trabajo en conjunto, entre la dimensión ambiental, la dimensión técnica y la dimensión social.

iv. Diseños que garanticen la accesibilidad y seguridad para al peatón

El consultor deberá dentro de la alternativa seleccionada identificar y evaluar en los diseños preliminares, la presencia de zonas escolares aledañas al proyecto versus los peatones que utilicen las mismas, por lo que presentaran, las acciones que le permitan al peatón poder hacer el cruce correspondiente de la vía y dará las adecuaciones e instalación de nuevas estructuras

sostenibles que permitan garantizar la accesibilidad y seguridad para el peatón, como pasos construidos con materiales sostenibles, señalización adecuada y reductores de velocidad, puentes peatonales, entre otros, teniendo en cuenta los criterios de infraestructura verde y ecodiseños.

v. Planificación y diseño de resiliencia de infraestructura vial

El consultor deberá realizar en la alternativa seleccionada una planificación y diseños de la infraestructura de trasporte previendo que esta sea resiliente y que se pueda recuperar aún después de culminada su vida útil, de acuerdo con lo establecido en los lineamientos de gestión del riesgo establecidos por la Subdirección de Gestión del Riesgo – SGR del INVIAS.

Para lo anterior, se debe tener en cuenta los siguientes sugerencias y aspectos:

- Conocimiento y análisis de la variabilidad climática de la zona de estudio.
- Estudio y análisis de los materiales y tecnologías a implementar para el desarrollo de la infraestructura de transporte sostenible.
- Características socioambientales del área de estudio

vi. Diseños que promuevan el transporte Intermodal y Limpio

Para la alternativa seleccionada, el Consultor deberá considerar acciones que promuevan el transporte intermodal y limpio. Incluyendo entre estas, las que consideren que fortalezca el desarrollo de los medios de transporte fluvial, marítimo y férreo, así como otras modalidades de transporte no convencionales, promoviendo la movilidad eléctrica y en general las que generen menos emisiones de Gases de Efecto Invernadero -GEI-.

b. Fomento y desarrollo de la innovación y tecnologías

i. Uso de tecnologías sostenibles

Teniendo en cuenta lo estipulado en la Ley 1955 de 2019 (Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022), artículo 173, sobre innovación de nuevas tecnologías en la infraestructura de transporte, y la Resolución 1536 de 2022 del INVIAS "Por lo cual se expide el nuevo procedimiento para la regulación técnica de nuevas tecnologías para la infraestructura del transporte", o la norma que la modifique o sustituya, la cual propone la implementación de un banco de información tecnológica y la generación de las especificaciones técnicas de las nuevas tecnologías, el consultor evaluara la viabilidad técnica y económica para la incorporación de nuevas tecnologías para los diseños de la alternativa seleccionada, en donde se promueva el conocimiento científico y/o tecnológico para la ejecución del proyecto. Dentro de las áreas de aplicación de las tecnologías sostenibles o amigables el consultor deberá evaluar la inclusión de los siguientes criterios:

- Materiales alternativos y reciclados:

Para el modo carretero se deberá evaluar en los diseños la incorporación de uso de mezclas asfálticas permeables, mezclas bituminosas, mezclas de asfalto en frio y en tibio, escorias, geo celdas, rejuvenecedores de asfaltos, asfaltos naturales con grano de caucho, estabilizadores químicos y de fibra, tratamientos de caucho, y demás materiales que garanticen la conservación de las carreteras y la mejora de la seguridad vial.

En el caso del modo marítimo y fluvial se deberá analizar en los diseños la posibilidad de incorporar el uso de materiales alternativos en embarcaderas de poliestireno de alta densidad con un porcentaje significativo de material reciclado, barreras de contención megabats, colchacretos, barretas anti-sedimentación, y demás materiales y estructuras que garanticen la conservación de la infraestructura marítima y fluvial.

- Tecnologías para la seguridad vial

El consultor deberá proponer para la Fase de construcción la incorporación de materiales, metodologías, productos en material amigable con el medio ambiente o elaboradas a partir del reciclaje de materiales como el metal o el plástico, que garanticen el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, su infraestructura y la seguridad del usuario y de su entorno.

En las zonas de alta vulnerabilidad por la presencia de diferentes especies animales, será obligatorio dar una señalización adecuada para disminución de la velocidad y el control de la luz emitida por el vehículo, esto con el fin de disminuir siniestros viales.

- Tecnologías de monitoreo y vigilancia (monitoreo de fauna, gestión del riesgo, seguridad vial, ruido y calidad del aire, transporte, estaciones climatológicas, entre otras)

- Energías renovables:

El consultor para la alternativa seleccionada, propondrá en el diseño la implementación el uso de energías renovables (eólica, solar, biomasa-biogás, marítima, entre otras), que mejor se adapte a las condiciones climáticas, fisiográficas, socioambientales, económicas y técnicas en el proceso de construcción del proyecto, de tal manera que permita en la futura etapa de operación alimentar la red eléctrica del proyecto o de ser factible generar recurso eléctrico que pueda ser suministrado a la red nacional.

Lo anterior teniendo en concordancia con la Ley 1715 de 2014 ‘‘Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional’’ o la ley que la modifique o sustituya o el Documento CREG 161 de 2016 por medio del cual se plantean las Alternativas para la integración de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) al parque generador colombiano.

- Geotecnia y estabilización de suelos

El consultor deberá proponer para la Fase de construcción la implementación de técnicas, procedimientos de construcción, y productos en general para construcción de estructuras de contención y estabilización de taludes en materiales amigables con el medio ambiente.

- Equipos

El consultor deberá proponer en la Fase de construcción maquinaria línea amarilla o similar, orientada a la ejecución de proyectos de infraestructura vial, que según fichas técnicas emitan la menor cantidad de Dióxido de carbono y otros elementos contaminantes o que utilice la menor cantidad de combustible para un rendimiento determinado.

- Estabilización de Suelos

El consultor deberá proponer para la Fase de construcción la implementación de materiales, procedimientos y/o productos que mejoran el comportamiento de los suelos, a nivel de subrasante o en capas granulares

- Sistemas de transporte inteligente y Tecnologías BIM modelados en 3D

El consultor evaluará en los diseños de acuerdo a las condiciones de la zona la incorporación de sistema de transporte inteligente y tecnologías BIM para el desarrollo de las actividades dentro de la alternativa seleccionada.

- Reducción de ruido:

El consultor deberá incorporar en los diseños de la alternativa seleccionada, iniciativas que reduzcan el ruido en los procesos de ejecución de la obra y operación de la vía, a través del uso de tecnologías (equipos y maquinaria), implementación de barreras naturales como vegetación, entre otras acciones que permitan la mitigación del ruido en el desarrollo del proyecto, así como las demás tecnologías que el consultor considere evaluar para su incorporación en el desarrollo de la infraestructura de trasporte, que se encuentren en el marco de la sostenibilidad y que contribuyan al cumplimiento de los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial.

Entre otras tecnologías que el consultor considere evaluar para su incorporación en el desarrollo de la infraestructura de trasporte y que se encuentren en el marco de la sostenibilidad y que contribuyan al cumplimiento de los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial.

El consultor deberá evaluar la posibilidad de incorporar en los diseños la inclusión de un tramo de prueba para la Fase de construcción, con el fin, de implementar una nueva tecnología presentada en alguna de las ruedas de innovación y del que se necesite hacer pruebas según lo indicado en la resolución 1536 del 6 de mayo de 2022 “Por lo cual se expide el nuevo procedimiento para la regulación técnica de nuevas tecnologías para la infraestructura del transporte” o la norma que la modifique o sustituya.

Para dar cumplimiento a lo anterior se deberá hacer solicitud de las tecnologías disponibles con la subdirección de Reglamentación técnica e innovación bajo la coordinación de la Subdirección de Sostenibilidad, e incorporar un tramo de prueba dentro de los diseños establecidos para el proyecto.

2. DIMENSIÓN AMBIENTAL

a. Protección de la Biodiversidad y conectividad ecológica

El consultor deberá identificar para la alternativa seleccionada, iniciativas institucionales en infraestructura verde relacionadas con estudios en conectividad ecosistémica para la creación de redes de ecosistemas con corredores verdes, arborización, y espacios verdes, asociados al proyecto. Además de incorporar las iniciativas institucionales de conservación, restauración y reforestación en el área de influencia del proyecto, resaltando las zonas de importancia ambiental, para no afectarlas y propendiendo por el menor consumo y afectación de los recursos naturales en el desarrollo del proyecto.

- ***Manejo de Fauna***

Manejo de Fauna silvestre.

Según lo establecido en la "Política de Sostenibilidad para la Infraestructura de Transporte del Instituto Nacional de Vías – INVIAS" adoptada mediante Resolución No. 405 el día 13 de febrero de 2020 y actualizada mediante la Resolución 1314 del 20 de abril del 2022 (o la que la modifique o sustituya) y en el marco de la misma, se incorporan estrategias particulares en relación con el manejo de fauna en los proyectos viales, resultado de esto se solicita al consultor la revisión de la zona del proyecto de la alternativa seleccionada, información asociada a:

1. Mapa de vulnerabilidad faunística:

Mapa de vulnerabilidad faunística al atropellamiento de fauna en las vías administradas por el instituto nacional de vías -INVIAS, el cual sirve para establecer cuáles son las zonas donde se acumularía con una mayor probabilidad puntos de atropellamiento de fauna silvestre.

Es importante resaltar que el mapa vulnerabilidad no debe considerarse como una herramienta para la toma de decisiones directas, sobre la construcción de medidas de prevención y/o mitigación, por lo cual requieren la implementación de otras acciones relacionadas especialmente con estudios de conectividad ecológica y de fauna que justifiquen, la elaboración de diseños o estructuras especificas e pasos de fauna u otras medidas de manejo, que ayuden a mitigar el impacto de atropellamiento de fauna silvestre detectado.

Con base a lo anterior, se deberá consultar en el sitio web del instituto el mapa de vulnerabilidad faunística, con el fin de determinar si el corredor objeto de intervención se encuentra clasificado como baja, media y alta sensibilidad de atropellamiento de fauna, para identificar en cuales se desarrollarán los estudios de conectividad ecológica estructural a escala 1:25.000 o 1:10.000, haciendo un análisis de fragmentación de hábitats, estableciendo las medidas más adecuadas que permitan mitigar este impacto por medio de la implementación de pasos de fauna u otras medidas de manejo.

Por el anterior análisis, el consultor deberá para la alternativa seleccionada:

Proponer alternativas de manejo para conectar corredores biológicos reduciendo el fenómeno de fragmentación, favoreciendo las posibles compensaciones que resulten por el aprovechamiento de los recursos naturales provenientes de los diferentes permisos otorgados al proyecto por parte de las autoridades ambientales, en dichos corredores.

Con base en lo anterior proponer en los diseños definitivos la implementación de medidas de prevención y mitigación del impacto del atropellamiento de fauna, tales como: pasos aéreos, secos terrestres o acuáticos, señalización, enmallamientos, medidas tecnológicas de ahuyentamiento, entre otros.

Evaluar y proponer para las diferentes obras hidráulicas alternativas para su mejoramiento y utilización como pasos de fauna silvestre terrestres.

b) Compensaciones ambientales

El diseño preliminar deberá proponer zonas de futuras compensaciones ambientales por uso de recursos naturales, que favorezcan la conectividad ecológica de acuerdo al numeral a) Protección de la Biodiversidad y conectividad ecológica, según las condiciones de la alternativa seleccionada, incluyendo como factor determinante la vinculación de la comunidad, en donde se sugiere revisar nuevas alternativas de compensación más sostenibles como bancos de hábitat, servicios ambientales, compra de predios estratégicos ambientalmente, entre otros, teniendo en cuenta los criterios que propone el INVIAS y de conformidad con la normatividad ambiental vigente.

c) Conservación del recurso hídrico local

Para la alternativa de estudio seleccionada, el consultor deberá identificar y proponer para la etapa de construcción alternativas de captación de agua diferente a las de los cuerpos hídricos naturales locales (superficiales y subterráneos), como lo es el uso de agua de empresas autorizadas legalmente a través de carrotanques, entre otras alternativas que considere necesarias implementar, con el propósito de reducir el impacto sobre el recurso hídrico natural, además de evaluar la implementación del uso de tecnologías y buenas prácticas socioambientales para el uso y conservación del recurso hídrico (reutilización).

El consultor deberá proponer en los diseños de la alternativa seleccionada, infraestructura que permita acciones de manejo integral del agua de lluvia, fomentando la creación de ambientes más saludables. Por lo anterior, deberá determinar el área de la cuenca del sitio a intervenir e identificar contribuciones de escorrentía de y hacia cuencas aledañas. Los diseños deberán permitir colectar, esparcir, reducir la velocidad e infiltrar el agua de lluvia, de manera tal que puedan ser integradas en el diseño de la infraestructura y en las propuestas de infraestructura verde que puedan ser implementadas (Muros verdes, humedales artificiales para tratamiento de aguas, entre otros).

d) Gestión del riesgo y variabilidad climática

El consultor deberá realizar en la alternativa seleccionada, un análisis del riesgo y la variabilidad climática de la zona donde se desarrollará el proyecto en concordancia con lo establecido en el anexo técnico del presente proceso de contratación, adicionalmente se sugiere la incorporación de los conceptos de infraestructura resiliente proponiendo nuevas tecnologías relacionadas con materiales, estabilización de taludes, geotecnia, y sistemas de monitoreo del riesgo, que permitan una mayor adaptabilidad de la infraestructura de trasporte al cambio climático, enfatizando en el análisis de los periodos de retorno.

e) Certificaciones ambientales

El consultor deberá realizar un análisis con información secundaria identificando los posibles proveedores de materiales e insumos para la Fase de construcción del proyecto que se encuentren certificaciones ambientalmente y/o con sellos verdes.

f) Emisiones atmosféricas

De acuerdo a la Ley 1931 de 2018 de cambio climático y los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales que son los instrumentos a través de los cuales cada Ministerio identifica, evalúa y orienta la incorporación de medidas de mitigación de gases efecto invernadero y adaptación al cambio climático en las políticas y regulaciones del respectivo sector, así como lo establecido en Las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional como instrumento de planificación de la gestión del cambio climático y metas de reducción de emisiones, se tiene que Colombia ha definido una meta nacional de reducción del 51% de las emisiones respecto a la proyección de emisiones en 2030 (en el escenario de referencia), iniciando un decrecimiento en las emisiones entre 2027 y 2030 tendiente hacia la carbono-neutralidad a mediados de siglo, haciendo especial énfasis en la reducción de emisiones de carbono negro del 40% respecto al nivel de emisiones de 2014 (IDEAM, MinAmbiente, Coalición del Clima y Aire Limpio, 2019).

De acuerdo con lo anterior los proyectos ejecutados por el sector transporte para el 2030 deben de estar alineados con el plan de acción propuesto por cada sector, en este caso con el del Ministerio de transporte. Esto direcciona al consultor a proponer en sus diseños estrategias para la reducción de emisiones atmosféricas, con el propósito de mejorar la calidad del aire y cumplir con las metas establecidas para Colombia.

Dentro de los mecanismos de reducción de emisiones, se encuentran:

- Reducir: esta buena práctica busca minimizar la cantidad de materiales contaminantes generados en la infraestructura de transporte, así como la disminución en la cantidad de viajes, tiempo de viaje y esfuerzo de los diferentes medios de transporte terrestre.
- Mejorar: este busca reducir las emisiones mediante el mejoramiento de los diseños e implementación de tecnologías verdes que permitan minimizar las emisiones y mejorar la calidad del aire.
- Cambiar: este mecanismo hace énfasis en cambiar los materiales de construcción de la infraestructura de transporte por otros más amigables con el ambiente y las comunidades

aledañas a esta, también hace referencia al cambio de los equipos y maquinaria de baja o cero emisiones, entre otras tecnologías verdes.
Los mecanismos anteriormente mencionados, no impiden que el consultor proponga otras alternativas para reducción de emisiones atmosféricas; para el caso de la iluminación de campamentos, oficinas y demás espacios de obra, el consultor deberá proponer en los estudios y diseños el uso de tecnología LED o tecnología de bajo consumo de energía.

DIMENSIÓN SOCIAL

a) <u>Construcción colectiva del conocimiento en el análisis de la alternativa.</u>

Este criterio deberá ser evaluado por el consultor para su implementación en la etapa de construcción, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- **Análisis social de riesgos e impactos mediante la IAP:**

Para dicha evaluación, el consultor debe considerar elementos de la Investigación Acción Participativa-IAP, que es un método de aprendizaje e intervención colectiva de la realidad; lo cual implica que, en los procesos de levantamiento de información para el análisis de alternativas, las comunidades, poblaciones y otros grupos de interés son considerados sujetos, no objetos de investigación, que aportan conocimientos sobre el territorio en que se emplazara el proyecto. Por tanto, se requiere conjugar el conocimiento de las poblaciones con el de los técnicos del proyecto, mediante la utilización de recursos metodológicos que son definidos con criterios claros para su selección y empleo.

El Consultor deberá analizar los mecanismos de participación social con actores estratégicos para identificar riesgos y posibles impactos significativos de la alternativa seleccionada. Entre los aspectos relevantes que deberá considerar, están: conflictividad social, seguridad vial, eventos críticos de origen social o socio natural ocurridos, localización de actividades humanas detonantes de movimientos de masa y zonas de atropellamiento y tránsito recurrente de poblaciones humanas y animales.

Así mismo, el consultor deberá asociar la información capturada a una geodatabase en una escala de detalle de 1:25.000 o 1:10.000, en especial la relacionada con coberturas de la tierra.

- **Ciencia Ciudadana:**

"*Es una estrategia de participación, que permite a los ciudadanos que no son científicos, se vinculen voluntariamente a proyectos contribuyendo con la recolección y el análisis de datos, con el fin de obtener una mayor información, La ciencia ciudadana permite a la sociedad avanzar en una mejor comprensión del entorno, de los servicios ecosistémicos o de los riesgos ambientales y, a menudo, conduce a una mayor conservación del ambiente y a la mejora de la salud ambiental.*" (Creaf, s.f.).

Por lo tanto, el consultor deberá proponer para la alternativa seleccionada para la Fase de construcción, la participación de la comunidad mediante procesos de investigación, en la cual,

se identifiquen el uso adecuado y responsable de los recursos naturales y los sistemas de producción hacia una cultura de sostenibilidad.

b) Accesibilidad de la población

El consultor deberá evaluar con soporte en la participación de partes interesadas, los posibles impactos de la alternativa seleccionada sobre la movilidad y conectividad en términos de acceso en condiciones seguras a sitios de residencia, trabajo, equipamientos públicos, comercio, recreación, a medios de transporte y a otros lugares deseados.

Lo anterior incluye la identificación y localización a través de fuentes primarias y secundarias: servicios sociales en donde se evidencien impactos en movilidad y conectividad teniendo en cuenta su cobertura (equipamientos sociales, sitios de reunión); los accesos a sitios de residencia, trabajo y equipamientos públicos y asociados a actividades de cuidado de personas dependientes (niños, niñas, personas con discapacidad, entre otros); flujos de transporte, usuarios representativos de la vía, volúmenes de tránsito vehicular y nivel de servicio de tránsito peatonal, barreras físicas, cruces seguros, modos de transporte terrestre y accidentalidad por sexo y grupo etario.

Con base a lo anterior, se deberá realizar un análisis de los patrones espaciales de movilidad (accesibilidad y conectividad), en comunidades y lugares donde la alternativa seleccionada pueda generar problemas o barreras de acceso físico.

Las medidas que se tengan en cuenta para los diseños deberán hacer especial énfasis en grupos de población con mayores niveles de vulnerabilidad (comunidades rurales aisladas, personas con discapacidad, niños, minorías étnicas), garantizando las condiciones de conectividad, seguridad y fluidez en los espacios adaptados, mediante la eliminación de barreras físicas.

c) Movilidad Activa

En suelos urbanos y suburbanos, el consultor deberá reconocer oportunidades para promover formas alternativas y sostenibles de transporte, mejorando la integración social de ciudadanos. Para tal fin, revisará los planes de movilidad sostenible de los municipios y distritos para determinar si la alternativa seleccionada presenta una oportunidad para promover el transporte no motorizado; e indagará en el área de influencia del proyecto, zonas de tránsito recurrente de peatones, ciclistas y otros usuarios de transporte no motorizado (pasos, senderos, puentes, puentes de uso mixto, tarabitas, planchones y otros). brindando la posibilidad de hacer desplazamientos de manera segura.

Así mismo, propondrá alternativas para fomentar el transporte no motorizado a través de la construcción o mejoramiento de rutas peatonales y redes de ciclo rutas o bici carriles en los diseños de la alternativa seleccionada.

Este apartado, en principio sólo aplica si la alternativa seleccionada cruza por suelos urbanos y suburbanos. Se deberá revisar pertinencia y aplicabilidad en cada caso.

d) Preservación de sitios de significancia histórica, escénica, recreativa o natural

El consultor deberá indagar si existen bienes y sitios declarados de interés cultural que se encuentren en zonas de la alternativa seleccionada, así mismo, identificar bienes y sitios de especial importancia histórica, escénica, recreativa o natural para la comunidad en los cuales, sea factible promover rutas de acceso que estimulen las economías locales.

Seguidamente, analizará los riesgos e impactos que la alternativa seleccionada puedan generar en los bienes y sitios de interés e indagar con las comunidades cómo a través de cada alternativa se puede contribuir al uso y protección de bienes y sitios de interés, así como del patrimonio declarado en el área de influencia.

Este apartado, en principio sólo aplica si la alternativa seleccionada cruza en suelos urbanos y suburbanos. Se deberá revisar pertinencia y aplicabilidad en cada caso.

e) Negocios verdes

En el marco de las compensaciones sociales y de acuerdo con lo establecido en el Plan Nacional de **Negocios Verdes** del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que nació en 2014, los Negocios Verdes son "toda actividad económica en la que se ofertan bienes o servicios que generan impactos ambientales positivos y además incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio", el consultor deberá formular una propuesta para la alternativa seleccionada para la comunidad, basada en procesos productivos que no degraden el medio ambiente, sobre la base del aprovechamiento de las ventajas en materia de biodiversidad. (alimentos bio, bio materiales, reutilización de residuos, aprovechamiento forestal, viveros, entre otros). Así mismo, el consultor deberá identificar impactos de la alternativa seleccionada, sobre actividades productivas de las comunidades del área de influencia y sí existen organizaciones e iniciativas públicas, privadas o comunitarias que brinden asistencia técnica a proyectos productivos.

DIMENSIÓN GOBERNANZA

a) Identificación del marco de política y legal

El consultor deberá analizar para la alternativa seleccionada, el marco de política y legal del futuro proyecto de infraestructura de transporte que contribuya a comprender su contexto de ejecución. Entre otros aspectos deberá indicar la forma en que se integra o no, con las políticas y planes de los diferentes niveles territoriales y de gobierno, en especial de las áreas: ambiente, agricultura, paz, transporte, género entre las que se incluyen las normas relacionadas con zonas de reservas campesinas y las establecidas en el desarrollo del Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de la PAZ y equidad de género para las mujeres.

En el nivel municipal, el consultor deberá identificar los proyectos de desarrollo local y regional que coincidan con el área de la alternativa seleccionada; también deberá identificar la existencia de pasivos y compromisos institucionales no resueltos que puedan interferir en su realización.

Igualmente se deberán tener en cuenta los determinantes ambientales y los principios rectores del ordenamiento territorial (sostenibilidad, participación, solidaridad y equidad territorial, diversidad, asociatividad, equidad social y equilibrio territorial) que son condiciones necesarias para que los proyectos de infraestructura se desarrollen, sin generar afectaciones en áreas de especial interés.

Finalmente, deberá identificar la forma en que el proyecto se relaciona con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de Paris.

b) Identificación y caracterización de partes interesadas

El consultor deberá aplicar técnicas que le permita identificar y caracterizar las distintas partes afectadas e interesadas alrededor de la alternativa propuesta. En cada caso, deberá registrar si la parte es afectada o interesada, relevancia, capacidad para condicionar el proyecto, intereses, nivel de apoyo, desacuerdos y cauces previstos para su participación.

El consultor analizará y describirá en detalle cómo los conocimientos, aportes y expectativas de las distintas partes interesadas se tuvieron en cuenta en la selección de la alternativa y en las decisiones del trazado.

Una vez surtida esta Fase, deberá formular una estrategia para la alternativa seleccionada, para el abordaje y participación de partes interesadas, que involucrará de forma sistemática a grupos y personas con mayor vulnerabilidad, sin limitarse a representantes de la comunidad.

c) Enfoque diferencial e interseccional

El enfoque diferencial e interseccional reconoce que existen grupos poblacionales que, por sus condiciones y características (etnia, edad, sexo, identidad de género, discapacidad o por ser víctima del conflicto armado, condición migratoria), son más vulnerables y requieren un abordaje ajustado a sus necesidades y particularidades para disminuir situaciones de inequidad.

En la formulación de la línea base y en el análisis de impactos, el consultor debe identificar las particularidades, brechas y patrones de discriminación de las poblaciones según condiciones como: sexo, género, ciclo de vida, discapacidad, etnia, entre otros.

De la misma manera, promoverá y orientará la inclusión del enfoque diferencial e interseccional en el proceso laboral permitiendo analizar la realidad de la diversidad de la población, así como las intersecciones y las brechas entre las mismas.

DIMENSIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

a. Valor económico total positivo

El consultor deberá realizar para la alternativa seleccionada una estimación preliminar los beneficios directos e indirectos de la implementación de la sostenibilidad. El consultor deberá incorporar en el análisis costo beneficio, las externalidades positivas de la implementación de los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial – LIVV e implementación de criterios de sostenibilidad.

b. Inversión sostenible:

El consultor en la alternativa seleccionada deberá realizar la estimación preliminar de los recursos programados para la inversión en iniciativas sostenibles, en donde se tengan en cuenta aspectos de mitigación de riesgos socio naturales, infraestructura y servicios sostenibles, mejoramiento de los ecosistemas en el área de influencia del proyecto, entre otros.

c. Análisis de costos asociados a riesgos por cambio climático

El consultor deberá realizar para la alternativa seleccionada un análisis preliminar asociado a los riesgos por la variabilidad climática, tales como la ampliación de los periodos de retorno y factores que se consideran pseudoestaticos en el proyecto. Esto teniendo en cuenta la incorporación de los criterios de sostenibilidad para el desarrollo de una infraestructura resiliente.

d. Asistencia financiera

El consultor debe proponer para la alternativa seleccionada un plan preliminar de consecución de recursos a través de iniciativas que consideren la asistencia por parte de entidades nacionales y organizaciones internacionales, que promuevan prácticas sostenibles en proyectos de infraestructura sostenible.

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE RIESGOS CON ENFOQUE DE SOSTENIBILIDAD

El consultor deberá realizar un análisis de riesgo con enfoque sostenible, con el fin de:

• Aumentar la resiliencia frente a múltiples escenarios y entornos.

• Mejorar la toma de decisiones.

• Reducir costos imprevistos.

• Identificar nuevas oportunidades de negocio, así como ventajas competitivas.

• Mejorar la confianza entre los grupos de interés, en especial hacia la comunidad afectada, facilitando la construcción de confianza con los actores clave.

De acuerdo con la metodología seleccionada el consultor deberá integrar como mínimo los riesgos de cambio climático, medioambiente, sociales, laborales y de gobierno y corrupción en función de las consecuencias económicas, financieras y su impacto potencial.

Se deben analizar la distribución de riesgos de manera justa y transparente entre diferentes entidades según su competencia.

CAPITULO 7. ANÁLISIS DE BENEFICIO COSTO CON ENFOQUE DE SOSTENIBILIDAD Y ALTERNATIVAS DE FINANCIACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES

En este Capítulo el consultor deberá establecer un análisis costo-beneficio relacionado con la implementación de criterios de sostenibilidad, nuevas tecnologías e innovación, para la construcción de la alternativa seleccionada.

Dentro de este análisis se deberá incluir los beneficios de incorporar acciones de prevención, así como las actividades de mantenimiento necesarias para asegurar la operatividad de la infraestructura durante la vida útil establecida (sostenibilidad financiera, sostenibilidad fiscal y sostenibilidad ambiental).

Del mismo modo el Consultor deberá evaluar las posibles fuentes de financiación específicas para la alternativa seleccionada, de acuerdo con el diseño tipo y caracterices específicas.

La alternativa seleccionada deberá analizar la generación de un flujo de ingresos sólido basado en una recuperación de costos adecuada y, cuando sea necesario, respaldados por pagos por disponibilidad mediante el aprovechamiento de los efectos indirectos.

El consultor deberá establecer los modelos de provisión disponibles, en colaboración entre el sector privado y el sector público, a fin de garantizar los recursos financieros necesarios para el desarrollo de la alternativa de infraestructura sostenible.

Identificar nuevas oportunidades de negocio que puedan producir ventajas competitivas y comerciales en la alternativa seleccionada. Evaluar el criterio de polifuncionalidad del proyecto.

Para lo anterior, el consultor deberá consultar la Normativa relacionada con posibles fuentes de financiación, así como posibles incentivos, para el desarrollo de infraestructura sostenible. Entre las que se puede mencionar el FONAM, Decreto N° 2048 de 2014 de Ministerio de Hacienda, FINDETER, resolución 4413 de 2014 de Ministerio de Transporte, resolución 722 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y todas las demás normas que sustituyan o modifiquen, así como las relacionadas con negocios verdes, bonos verdes, bonos sociales, entre otros.

CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El consultor deberá incluir al final del tomo, las consideraciones más importantes de las dimensiones ambiental, social, técnica, económico, financiero y de gobernanza, dentro de los diseños, para la futura implementación del proyecto.

2.12. VOLUMEN XII ESTUDIO GESTIÓN PREDIAL

CAPITULO 1 OBJETIVOS Y ALCANCE
CAPITULO 2 CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO
CAPITULO 3 ANÁLISIS ECONÓMICO
CAPITULO 4 DEFINICIÓN DE LA ESTRATÉGIA
CAPITULO 5 ENTREGABLES

CAPITULO 1 OBJETIVOS Y ALCANCES

Objetivos

1. Identificar la afectación de los predios como consecuencia del desarrollo del trazado definitivo.
2. Describir el tipo de zona en la cual se desarrollará la alternativa a partir del análisis territorial y normas de jerarquía superior.
3. Diagnosticar la posesión y la identificación física de la alternativa a partir de la revisión de registros 1 y 2, certificados de tradición y libertad y demás documentos analizados.
4. Cuantificar los costos estimados de gestión y adquisición para la alternativa seleccionada, a partir de la elaboración de las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas.
5. Diseñar una estrategia de adquisición predial de acuerdo con las características propias del proyecto e Identificar y clasificar las amenazas al proceso de adquisición predial.

Alcance

Actualizar y/o realizar un diagnóstico sobre la interacción entre la alternativa vial y el territorio de tal manera que se Identifiquen los usos del suelo y la dinámica de desarrollo a lo largo del corredor vial analizado, las características físicas, jurídicas, económicas y urbanísticas del territorio, la información catastral disponible y la estimación del valor de los terrenos para su posible adquisición. Asimismo, la incidencia y el impacto sobre la infraestructura existente o proyectada.

CAPITULO 2 CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS REQUERIDAS PARA LAS INFRAESTRUCTURAS DEL PROYECTO

El estudio predial 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 o tiras prediales.

Definidos los anchos mínimos de la vía, se tendrá en cuenta lo establecido en la Ley 1228 del 16 de Julio del 2.008 y decreto reglamentario 2676 de 2010, 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.

Se debe realizar una identificación de los predios requeridos para el desarrollo del proyecto, (trazado predial en imágenes de satélite o de sensores remotos) con base en la información del IGAC, catastros descentralizados o gestores catastrales. Esta información deberá ser procesada y entregada en formato físico y magnético en los formatos establecidos por el Invias a través de cartografía y documento soporte del censo obtenido.

Se 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.

Determinar la franja requerida total de afectación predial, con la respectiva ubicación de áreas por cada zona homogénea específica y estimar, sobre dicha franja, el inventario predial o identificación de cada área de los predios dentro de la franja. Para la realización de las zonas homogéneas específicas, es importante partir de los estudios de zonas homogéneas existentes, pero profundizar en criterios para minimizar esas zonas homogéneas y hacerlas comparables con la realidad de la adquisición predial, de tal manera que se involucren variables entre otras como pendiente y tipo de terreno, uso del suelo, densidad de mejoras y construcciones, complejidades sociales o prediales, críticas o de riesgo, posibles valorizaciones o desarrollos futuros, etc.

A partir de la información predial obtenida identificar las unidades constructivas existentes sin tener un contacto directo con los habitantes de la zona con el fin de establecer un censo preliminar de unidades constructivas y minimizar la expectativa que genera la construcción de una obra nueva, además de posibles mejoras existentes, se debe incluir la identificación catastral y jurídica de los mismos.

Se deberá tener en cuenta en la elaboración de dichos insumos que estos se deberán incorporar en un sistema de información geográfica SIG, ajustado al sistema de coordenadas oficial vigente a la fecha y todas las consideraciones técnicas para la elaboración de planos de acuerdo con los requerimientos exigidos 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.

2.2. INFORMACIÓN CATASTRAL

Caracterizar y clasificar con base en la metodología *Corine Land Cover,* el uso y cobertura de La Tierra a través del uso imágenes de resolución media para el área de estudio a un nivel semidetallado, es decir escala 1:25000

Actualizar o realizar la Identificación y cuantificación de los predios para la alternativa seleccionada, realizada en los estudios previos o antecedentes que tenga el proyecto. Se debe relacionar las mutaciones que hayan tenido los predios a partir de la revisión de las planchas catastrales actuales, registros 1 y 2, certificados catastrales, la información de los catastros descentralizados, gestores catastrales o quien haga sus veces.

Suministrar la información catastral en términos de cartografía básica, temática, imágenes de satélite, fotografías aéreas, vigencia de la actualización o formación catastral, que evidencie los cambios encontrados por el consultor

Se deberá tener en cuenta en la elaboración de dichos insumos que estos se deberán incorporar en un sistema de información geográfica SIG, ajustado al sistema de coordenadas oficial vigente a la fecha y todas las consideraciones técnicas para la elaboración de planos de acuerdo con los requerimientos exigidos por el Instituto. La información será entregada mediante archivos editables, y shapefiles según corresponda.

2.3. CARACTERIZACIÓN FÍSICA

2.3.1. ELABORACIÓN DE LAS ZONAS HOMOGÉNEAS FÍSICAS Y GEOECONÓMICAS

De acuerdo con la resolución 070 de fecha del 04 de febrero de 2011 emitida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi se definen las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas de la siguiente manera:

ARTÍCULO 51. Zonas homogéneas físicas. - Son espacios geográficos con características similares en cuanto a vías, topografía, servicios públicos, uso actual del suelo, norma de uso del suelo, tipificación de las construcciones y/o edificaciones, áreas homogéneas de tierra, disponibilidad de aguas superficiales permanentes u otras variables que permitan diferenciar estas áreas de las adyacentes.

ARTÍCULO 52. Zonas homogéneas geoeconómicas. Son los espacios geográficos determinados a partir de Zonas Homogéneas Físicas con valores unitarios similares en cuanto a su precio, según las condiciones del mercado inmobiliario.
Teniendo como referencia las definiciones de las zonas homogéneas se deberá realizar el estudio correspondiente tomando como base las *zonas homogéneas físicas* generadas por las autoridades catastrales pertinentes ya sea el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) los catastros descentralizados o los gestores catastrales respectivos, esta información deberá ser ajustada para la zona objeto de estudio y verificado con la información en la visita técnica.

Para el caso de la elaboración de las zonas homogéneas físicas **(ZHF)** se debe emplear la metodología utilizada por el IGAC tomando como base la codificación de las variables y la presentación de los insumos, respetando el siguiente orden al momento de analizar cada una de las variables.

1. ÁREAS HOMOGENEAS DE TIERRA	*Unidades climáticas*	*Topografía*	*Clase agrologica*
2. NORMA DE USO DEL	*Actividad y/o tratamiento de acuerdo con el documento de Ordenamiento Territorial*		

SUELO			
3. USO ACTUAL DEL SUELO	*Actividad evidenciada al momento de realizar la visita de acuerdo con la tipificación establecida por el IGAC*		
4. INFLUENCIA DE LAS VÍAS	*Descripción de tipos de vías de acuerdo con el manual establecido por el IGAC*		
5. DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PERMANENTES	*Existencia de fuentes de aguas superficiales permanentes y su clasificación de acuerdo con el manual de elaboración de zonas del IGAC*		

Se aclara que dicha información debe ser entregada en formato shapefile y la clasificación y codificación de cada una de las variables será de acuerdo con lo establecido en el manual de elaboración de zonas del IGAC y los datos observados en campo, al terminar este proceso se deberán crear polígonos como resultado de la intersección de las variables analizadas con la siguiente codificación:

EJEMPLO:

1 2 3 4 5

ÁREAS HOMOGENEAS DE TIERRA							DISPONIBILIDAD DE AGUAS		INFLUENCIA DE VIAS			USO ACTUAL DEL SUELO		NORMATIVIDAD PBOT		CODIGO ZONA
ZONA CLIMATICA	CODIGO	CLASE_AGR	UNIDAD AGRO	CODIGO	TOPOGRAFÍA	CODIGO	AGUAS	CODIGO	ESTADO	CLASIFICACIÓN	CODIGO	USO ACTUAL	CODIGO	NORMA	CODIGO	COD_ZHF
Medio húmedo	1	IIIec	TBbc1	1	Plano	1	Suficientes	1	Vias Buenas	Pavimentada dos o mas vias	1	Condiciones especiales	4	Uso Rural	5	1111145

1

ÁREAS HOMOGENEAS DE TIERRA						
ZONA CLIMATICA	CODIGO	CLASE_AGR	UNIDAD AGRO	CODIGO	TOPOGRAFÍA	CODIGO
Medio húmedo	1	IIIec	TBbc1	1	Plano	1

2

DISPONIBILIDAD DE AGUAS	
AGUAS	CODIGO
Suficientes	1

3

INFLUENCIA DE VIAS		
ESTADO	CLASIFICACIÓN	CODIGO
Vias Buenas	Pavimentada dos o mas vias	1

4

USO ACTUAL DEL SUELO	
USO ACTUAL	CODIGO
Condiciones especiales	4

5

NORMATIVIDAD PBOT	
NORMA	CODIGO
Uso Rural	5

5

CODIGO ZONA
COD_ZHF
1111145

Así mismo se debe aplicar el mismo procedimiento para las zonas homogéneas físicas urbanas aclarando que el documento base para la codificación será el manual de elaboración de zonas homogéneas del IGAC.

Como se indicó al inicio de este capítulo las zonas homogéneas geoeconómicas se derivan de las zonas homogéneas físicas, de esta forma se debe entregar la información en formato shapefile de los polígonos finales de la siguiente manera:

EJEMPLO:

CORREDOR VIAL_____ MUNICIPIO_____ DEPARTAMENTO_____						
TIPO DE SUELO	**CÓDIGO**	**ZONA ECONÓMICA**	**CÓDIGO**	**UNIDAD DE MEDIDA**	**VALOR DE TERRENO**	**CONVENCIÓN**
URBANO/RURAL (SUBURBANO)/EXPANSIÓN URBANA	1/2/3	1/2/3…..N	1/2/3….N	Ha/m2	$_____	COLOR APLICADO AL POLÍGONO GENERADO POR ZHG

La estimación de cada una de las zonas debe estar soportada mediante mercado inmobiliario ya sea por investigación directa o indirecta y utilizando los métodos establecidos en la resolución

620 de fecha 23 de septiembre de 2008 con sus respectivos soportes.

Para comprobar la elaboración correcta de las zonas se deberá realizar dos (2) avalúos puntuales por cada zona homogénea geoeconómica generada.

2.3.2. Mercado inmobiliario

Actualizar la base de datos elaborada en los estudios previos o antecedentes referente a presencia de oficinas de finca raíz, agremiaciones de lonja, notarías, bancos, etc., con el fin de establecer un banco de datos de proveedores de valores de mercado inmobiliario en la zona.

2.3.3. Acción urbanística

Apoyándose en el uso de imágenes de satélite o de sensores remotos identificar y actualizar las unidades constructivas existentes sin tener un contacto directo con los habitantes de la zona con el fin de establecer un censo preliminar de unidades constructivas y minimizar la expectativa que genera la construcción de una obra nueva.

Posteriormente deberá traslapar las imágenes obtenidas actualizadas con el trazado definitivo, con el fin de proyectar la afectación predial identificando las áreas de terreno, áreas construidas anexos y cultivos, de esta forma se obtendrá el inventario preliminar de los bienes afectados.

Describir el tipo de zona en la cual se desarrollará la alternativa, clasificar y actualizar los usos del suelo del área susceptible a compra (rural, urbano, expansión), así como la aptitud en cuanto a actividades económicas de los predios afectados, determinar el estado de la zona en cuanto a servicios públicos disponibles.

Identificar los usos del suelo en la alternativa conforme a los planes de ordenamiento territorial (POT, PBOT, EOT). Es importante verificar si se presentan limitaciones por determinantes de mayor jerarquía en temas ambientales, riesgo, infraestructura, patrimonio, entre otros. Esta información servirá para analizar la caracterización económica de este volumen.

2.3.4. Plan de desarrollo y Concentración de la propiedad.

Analizar los planes, programas y proyectos que tengan alguna injerencia en las áreas donde están localizadas las diferentes alternativas del proyecto y que pueden presentar conflictos con los (EOT, PBOT o POT, según corresponda).

Describir la concentración de la propiedad en los términos de la Unidad Agrícola Familiar y consultar las áreas mínimas de parcelación, subdivisión y loteo establecidas por las oficinas de planeación municipal del corredor objeto de estudio e indicar su principal actividad comercial a nivel rural, urbano y expansión urbana. Identificar si existen agremiaciones agropecuarias en la zona, es decir cómo están organizados los ganaderos y/o agricultores de la zona de influencia.

Esta información deberá contrastarse con el análisis normativo para identificar posibles

repercusiones en el proyecto.

2.4. INFORMACIÓN JURÍDICA

2.4.1. Información Jurídico catastral

Consultar y analizar los registros 1 y 2, certificados de Tradición y libertad, bases de datos de la agencia Nacional de tierras, unidad de restitución de tierras, catastros fiscales, documentación en la superintendencia de notariado y registro y demás documentación legal que permita identificar la mayor cantidad de información posible evitando el contacto con los propietarios o poseedores actuales del predio para determinar la titularidad de los predios.

La información recopilada pretenderá identificar el tipo de titular (Identificación del tipo de dueño - privado, nación o baldío), inconvenientes principales respecto a la titularidad y el saneamiento, evaluar si existe alguna condición que obligue al predio a ser expropiado (hipotecas, embargos y otros). Lo anterior permite establecer desde un principio una estrategia de adquisición predial de acuerdo con las características jurídicas de cada uno de los predios a adquirir. Es de aclarar que el Certificado de tradición y libertad tiene una vigencia de 3 meses a partir de la fecha de expedición, por tanto, el diagnóstico jurídico puede presentar variaciones al momento de la adquisición predial.

2.4.2. Inventario de entidades.

Localizar las entidades existentes en el área de estudio con el fin de anticipar las acciones legales ante procesos judiciales tales como juzgados, inspecciones de policía, Notarias, Oficina de registros e instrumentos públicos. La información deberá reflejar la gobernabilidad de la zona y la administración de justicia.

2.4.3. Naturaleza del predio

Establecer a partir de la información analizada la relación jurídica existente entre las personas y el predio, verificación del carácter de la propiedad (PH o NPH), identificación de predios baldíos, fiscales y de uso público y las acciones para los procesos de adquisición predial.

CAPITULO 3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Identificar y actualizar los costos estimados de la gestión y adquisición predial a partir de la identificación del número de predios de la alternativa establecida con base en los valores del apéndice de la gestión predial vigente a la fecha del estudio y el análisis de adquisición predial aproximado con los valores obtenidos en las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas, estimación de áreas de afectación por tipología y cultivos.

El consultor realizará una estimación de valoración de predios de manera sectorizada y siguiendo la normatividad vigente establecida para tal efecto considerando como referencia: (i) la caracterización física y social de los predios, efectuada con anterioridad (ii) los estudios de zonas homogéneas específicas (iii) información de mercado (iv) valores de adquisición de

predios con características similares en otros proyectos. Adicionalmente se deberán realizar dentro de cada zona homogénea específica, un muestreo probabilístico de predios para realizar el avalúo de cada uno de ellos, siguiendo lo mencionado anteriormente para la selección de la muestra. Tomará en cuenta otros costos relacionados con la adquisición del predio (impuestos, costos notariales, etc.).

Para las construcciones y anexos, se identificarán tipologías constructivas a las que se les establecerá el valor de reposición con el fin de establecer valores unitarios de las posibles áreas afectadas.

Se debe establecer el valor de establecimiento de los cultivos identificados en los predios a adquirir a partir de la metodología requerida.

CAPITULO 4 DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA

El consultor diseñará un cronograma del proceso de gestión y adquisición predial, considerando zonas donde la adquisición de predios podría ser especialmente compleja y/o demorada. Este cronograma de gestión y adquisición predial debe tener una duración máxima del 70% del término total del contrato.

El cronograma del proceso de gestión y adquisición predial deberá incluir los tiempos de gestión del componente jurídico.

Diseño de la estrategia de adquisición predial de acuerdo a las características propias del proyecto a partir de la información recopilada considerando el alcance del proyecto, las características de la zona de interés, los riesgos, el tiempo y el costo desde el punto de vista de la gestión predial.

2.5. Identificación de riesgos:

Identificar y clasificar las amenazas al proceso de adquisición predial y establecer las acciones que prevengan, mitiguen o corrijan ese nivel de amenaza.

Localizar las áreas de mayor y menor riesgo para el proceso de adquisición predial.

Proponer las acciones que permitan agilizar el proceso de adquisición predial mediante la presentación de una estructura desglosada de trabajo que contenga tiempos estimados para cada actividad, recursos y personal necesario y costos.

CAPITULO 5 ENTREGABLES

En el desarrollo técnico de este volumen el consultor deberá entregar toda la información solicitada y adicionar información pertinente, procedente y útil, debidamente soportada, que pueda mejorar la alternativa en proceso de gestión y adquisición predial en una fase de construcción.

Se deberá tener en cuenta que la información recopilada se debe incorporar en un sistema de información geográfica SIG, ajustado al sistema de coordenadas oficial vigente a la fecha y todas las consideraciones técnicas para la elaboración de planos de acuerdo con los requerimientos exigidos 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.

En este SIG, se debe incluir predio a predio el área de compra, con las construcciones y cultivos afectados según la información recopilada y las imágenes de satélite donde se incluye el valor de la gestión y adquisición, según las zonas físicas y geoeconómicas elaboradas.

En la información jurídica se debe indicar: Departamento, municipio, número de predio, tipo de registro, total de registros. Folio de matrícula inmobiliaria y número de identificación catastral. o Nombre del propietario, dirección. Área del terreno, área construida, características, uso. Otros criterios relevantes como el análisis de la relación catastro-registro y la eventual discrepancia de la información de las áreas. Esta información debe estar relacionada en el documento técnico e incorporada en sistema de información geográfico.

Adicional a esto, deberá entregar un informe de acuerdo con los lineamientos indicados que contenga la siguiente información:

- Resumen técnico predial donde se identifiquen los predios afectados en el proyecto.
- Diagnostico territorial donde se analice de manera transversal los aspectos normativos urbanísticos que puedan afectar el trazado vial tomando como referencia las entidades competentes.
- Diagnóstico jurídico a partir del análisis de los Registros 1 y 2, certificados de tradición y libertad y demás documentos analizados.
- Evaluación económica de la gestión y adquisición predial a partir los estudios de las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas elaboradas y el apéndice de gestión predial vigente.
- Estrategia de adquisición predial y diagnóstico de riesgos del proceso de gestión predial.
- Conclusiones y observación del análisis que involucre la información catastral histórica contrastada con la obtenida en el análisis realizado y el estudio fotográfico.

2.13 VOLUMEN XIII. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL

Estos requerimientos técnicos incluyen proyectos de mejoramiento, pavimentación, rehabilitación, restauración que no requieran actividades de obra nueva, pues se desarrollan en infraestructura existentes. Por sus características, son proyectos que no están sujetos de Licenciamiento Ambiental.

La finalidad del estudio en estos componentes es la entrega de un documento PAGA (Plan de Adaptación de la Guía Ambiental), adaptado al proyecto a ejecutar.

Se deben considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO PAGA
CAPITULO 2. CONTENIDO DEL DOCUMENTO PAGA
CAPITULO 3. GESTIÓN Y APROBACIÓN DEL DOCUMENTO PAGA
CAPITULO 4. FUENTES DE MATERIAL
CAPITULO 5. PRODUCTOS ENTREGABLES
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 7. NORMATIVIDAD

Estos requerimientos técnicos incluyen proyectos de mejoramiento, pavimentación, rehabilitación, restauración que no requieran actividades de obra nueva, pues se desarrollan en infraestructura existentes. Por sus características, son proyectos que no están sujetos de Licenciamiento Ambiental.

La finalidad del estudio en estos componentes es la entrega de un documento PAGA (Plan de Adaptación de la Guía Ambiental), adaptado al proyecto a ejecutar.

El contenido de cada uno de los capítulos será el siguiente:

CAPITULO 1. LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO PAGA

Aquellos proyectos que no requieren Licencia Ambiental, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, Decreto 2041 de 2014 y que se encuentran listados en el Decreto 769 de 2014, deben aplicar la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura – Subsector Vial y Guía Ambiental de Proyectos Subsector Marítimo y Fluvial, (en adelante las Guías), que son el referente técnico bajo el cual se realiza el manejo ambiental y social de los proyectos que no requieren de Licencia Ambiental según las normas vigentes, de obligatorio cumplimiento por contratistas e interventores.

El contenido de las guías se materializa en el Plan de Adaptación de la Guía Ambiental “PAGA”, que corresponde a su adaptación a las particularidades de cada proyecto y el entorno geográfico, natural y social en el cual se desarrollaran las obras. Para la elaboración del Documento PAGA, se debe partir del conocimiento de las actividades a desarrollar, reconocimiento del área de influencia, establecimiento de la demanda de recursos naturales, identificación y evaluación de impactos ambientales – sociales y determinación de la aplicabilidad total o parcial de los programas establecidos en la guía, según la naturaleza y objeto del contrato.

Es responsabilidad de los promotores de proyectos y de los particulares que los ejecutan, contribuir al desarrollo sostenible y por tanto reconocer que un adecuado dimensionamiento de los componentes ambiental y social, contribuyen a mejorar la calidad de las obras, y al cumplimiento de objetivos del Plan de Desarrollo Nacional.

Las Guías están disponibles en:

https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/guia-de-manejo-ambiental-de-proyectos

CAPITULO 2. CONTENIDO DEL DOCUMENTO PAGA

El Consultor se obliga a la elaboración del documento PAGA que debe corresponder al objeto y alcance del proyecto y se convierte en el soporte contractual para el seguimiento y control por parte de la Interventoría y del INVÍAS en las obras a ejecutar. Por lo anterior, el Consultor deberá revisar y analizar el alcance del proyecto, buscando cumplir en su mayoría con los requerimientos que estipula las Guías.

El documento PAGA hace parte de los estudios y diseños de la obra, los que a su vez definen las intervenciones a realizar y la demanda de recursos necesarios para su ejecución (agua, excavaciones, materiales de relleno, vegetación, instalación de locaciones, cumplimiento de acuerdos de Consulta Previa, aprobación del Plan de Manejo Arqueológico, reconocimiento de Factores de Compensación Social, entre otros). El acopio y análisis de esta información permite identificar las necesidades de interacción con actores locales en cuanto a permisos que requieren de gestión previa, conforme a lo establecido en la normatividad vigente. A su vez, esta información es punto de partida para el análisis y evaluación de impactos ambientales y sociales, que determinan la aplicabilidad de los programas y proyectos contenidos en la Guía, de manera específica al proyecto.

El Consultor debe reconocer el contexto regional y geográfico en el cual se estudiará el proyecto, a partir de lo cual se definen los programas de la Guía que aplican según el objeto, alcance y duración de este, y las condiciones de su área de influencia. Esta evaluación tiene como propósito garantizar el desarrollo de una obra sostenible con su entorno social y ambiental, según las normas colombianas aplicables.

Bajo estos principios, el documento PAGA elaborado por el Consultor no debe transcribir los contenidos de las guías de manejo ambiental, sino particularizar cada uno de los Programas y Proyectos, a las condiciones ambientales y sociales del Área de Influencia. Cuando alguno de los proyectos no aplique, el Consultor presentará la justificación correspondiente para sustentar esta decisión.

Se solicita al Consultor desarrollar en cada ficha de manejo ambiental y social, indicadores periódicos, que sean objetivos y comparables a la realidad de las actividades a realizar en los tiempos estipulados para la ejecución del proyecto y que sustenten la mitigación de los impactos generados.

Así mismo, a partir de lo indicado en las especificaciones generales de construcción, adoptadas por INVIAS, le corresponde al Consultor desarrollar buenas prácticas de ingeniería y establecer los procedimientos constructivos que mejor se adapten al entorno para evitar impactos adversos, que requieran posteriores medidas correctivas o la generación de pasivos ambientales o sociales.

La estructura del documento PAGA, debe incorporar como mínimo los siguientes temas:

1. Introducción. (establecer el objetivo y alcance del documento, el marco de referencia legal, metodología, antecedentes o aspectos relevantes del proyecto previo a la elaboración del PAGA).

2. Descripción de actividades. Localización geográfica y características del proyecto.

3. Justificación de que la actividad está incluida dentro de las previstas en el artículo primero del Decreto 769 de 2014, Decreto 1076 de 2015.

En caso que una actividad no este listada en el Decreto 769 de 2014 y que se considere que sea de mejoramiento, se debe elevar consulta a la autoridad ambiental competente mediante un documento en el que de acuerdo con los impactos que éste pueda generar, justifique las razones por las cuales la ejecución del mismo no genera deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje, tal como lo establece el parágrafo – Artículo 2 del Decreto 769 de 2014.

4. Área de influencia y línea base (caracterización Abiótica, Biótica y Socioeconómica), con información debidamente referenciada (no replicar EOT, POT u otra documentación oficial), preferiblemente utilizar fuentes primarias.

5. Identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales.

6. Programas de Manejo Ambiental.

7. Cronograma en el que se proyecta ejecutar las actividades tendientes a cumplir con la elaboración del documento PAGA y las actividades a ejecutar en obra.

8. Permisos Ambientales requeridos.

9. Presupuesto

10. Plan de Contingencia

Dentro del componente social, se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

-La Gestión Social dentro de la estructuración del proyecto, debe estar enfocada en la participación comunitaria conforme a las características identificadas dentro del proyecto, con el fin de potencializar el desarrollo de las actividades de obra y la mitigación de los impactos producidos por el proyecto de infraestructura vial, para su aplicabilidad en la fase de construcción. A este programa se deberán vincular a los sectores educativos y grupos organizados (Autoridades municipales, Juntas de Acción Comunal, veedores ciudadanos, líderes comunitarios, entre otros), para la educación ambiental, difusión de normas ambientales y viales, y el fomento de actividades de participación ciudadana.

-Evaluar y promover la estructuración del Programa de Gestión Social, realizando la respectiva formulación de proyectos, según su aplicabilidad y el alcance del proyecto de infraestructura a ejecutar. Será necesario determinar y justificar las razones que motivan la no aplicación de algún proyecto (por ejemplo, PROYECTO 3: MANEJO DE LA INFRAESTRUCTURA DE PREDIOS Y DE SERVICIOS PÚBLICOS, PGS-6.3-20: Programa no aplica porque las viviendas más cercanas al proyecto se encuentran a 1 km del proyecto y para el proyecto no se requiere acceso a sitios de disposición de material).

- Anexar el registro Fotográfico, actas de reunión y listados de asistencia de las reuniones realizadas en el marco de la socialización de la Consultoría y los acercamientos realizados con la comunidad.

- Conforme al alcance del proyecto y los lineamientos bajo los cuales se estructure, el Consultor deberá solicitar trámite de Determinación de Procedencia y Oportunidad de Consulta Previa para Proyectos, Obras o Actividades ante la Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa del Ministerio del Interior.. De determinarse la procedencia de consulta previa, el Consultor deberá:

a. Desarrollar la ruta metodológica que incluye, pero no se limita, a la logística necesaria para garantizar la convocatoria y participación de la(s) comunidades(es) certificada(s) hasta la etapa de Protocolización de acuerdos, basado en un análisis de precios de mercado.

b. Protocolizar los acuerdos de Consulta Previa en una fase pre constructiva, de acuerdo con un análisis previo de impactos generados a la(s) comunidad(es) étnica(s) implicadas.

c. Anexar trazabilidad y certificado emitido por la entidad.

- Pronunciamiento del ICANH con la aprobación del Plan de Manejo de Arqueología Preventiva. Dando cumplimiento a la normatividad vigente en materia de protección al Patrimonio Arqueológico de la Nación, estipulado en la Ley 397 de 1997 y el Decreto Reglamentario 138 del 6 de febrero de 2019; con las modificaciones introducidas a la mencionada Ley por el artículo 131 del Decreto Ley 2106 del 22 de noviembre de 2019; así como las resoluciones 297 de 2019, 065 Y 134 de 2020 del Instituto Colombiano de Antropología e Historia- ICANH y demás lineamientos y formularios que expida el ICANH al respecto; que incluye la ejecución del Programa de Arqueología Preventiva, se deberá adelantar el proceso hasta la fase de Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico. Este proceso se verificará mediante la entrega parcial de los documentos completos que evidencien la trazabilidad del cumplimiento a este requerimiento y la entrega del documento final expedido por el ICANH, donde se señale explícitamente la aprobación del Plan de Manejo Arqueológico.

-La Gestión Social dentro de la estructuración del proyecto, debe estar enfocada en la participación comunitaria conforme a las características identificadas dentro del proyecto, con el fin de potencializar el desarrollo de las actividades de obra y la mitigación de los impactos producidos por el proyecto de infraestructura vial, para su aplicabilidad en la fase de construcción. A este programa se deberán vincular a los sectores educativos y grupos organizados (Autoridades municipales, Juntas de Acción Comunal, veedores ciudadanos,

líderes comunitarios, entre otros), para la educación ambiental, difusión de normas ambientales y viales, y el fomento de actividades de participación ciudadana.

-Evaluar y promover la estructuración de las fichas para el medio socioeconómico en el marco del Plan de Manejo Ambiental y otros Planes requeridos en la Licencia Ambiental, realizando la respectiva formulación de medidas, según su aplicabilidad y el alcance del proyecto de infraestructura a ejecutar.

-Se debe garantizar la participación de las comunidades por parte del Consultor, por medio de las realización de reuniones de inicio, avance (para proyectos con plazo mayo a un año) y cierre del proyecto. Se deberá anexar el registro Fotográfico, actas de reunión y listados de asistencia de las reuniones realizadas en el marco de la socialización de la Consultoría y los acercamientos realizados con la comunidad. Es de aclarar que estas reuniones son adicionales al proceso de socialización requerido para la elaboración del EIA.

- El Consultor deberá tener en cuenta la priorización de la zona conforme a lo establecido en el Decreto 893 de 2017 con relación a los “Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial – PDET”, el Plan de Acción para la Transformación Regional, el Pacto Municipal para la Transformación Regional, y demás normatividad vigente relacionada con estos Programas, con el fin de identificar la incidencia de la obra pública propuesta y el alcance de Plan Nacional de Desarrollo en este aspecto.

- Establecer los pendientes sociales que por el desarrollo de proyectos anteriores en el sector a estudiarse y/o ejecutar nuevas obras, no se cumplieron a cabalidad, a fin de que se incluyan y subsanen dentro del contrato de obra a ejecutar.

-Evaluación sobre la pertinencia de consultar sobre la declaratoria por parte de la Alcaldía Municipal o el Gobierno Nacional de bienes de interés histórico y cultural en el área de influencia directa del proyecto.

-El Consultor deberá verificar si las actividades constructivas generan alguno de los impactos señalados a continuación y proponer la formulación de la o las actividades en las diferentes fases del proyecto para su prevención, mitigación, corrección y/o compensación, y posibles actividades a desarrollar: Impactos por confinamiento de las comunidades; Impactos en la comunidad por cambios en las dinámicas de tránsito de las vías existentes; Impactos por las vías que quedan en desuso en el proceso de construcción; Impacto a las cadenas productivas y unidades económicas con arraigo en el área de influencia del proyecto; e, Impacto a los bienes de interés histórico y cultural en el área de Intervención del Proyecto.

-Una vez sea desarrollado el Estudio de Gestión Predial, es necesario que el Consultor determine si para el proyecto se requiere la realización de gestión socio-predial y determine su costo. Este aspecto será determinante para definir la viabilidad del proyecto.

Dentro del componente ambiental, se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Identificación de áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas cercanas o presentes en el Área de Influencia del proyecto, tales como: áreas protegidas, ecosistemas especiales o de alto valor, entre otros.

- Consultar sistemas de alerta temprana disponibles, que permitan identificar oportunamente posibles afectaciones a especies de flora y fauna, áreas protegidas, ecosistemas sensibles o territorios de comunidades étnicas

- Establecer los pendientes ambiéntales que por el desarrollo de proyectos anteriores en el sector a estudiarse y/o ejecutar nuevas obras, no se cumplieron a cabalidad, a fin de que se incluyan y subsanen dentro del contrato de obra a ejecutar.

CAPITULO 3. GESTIÓN Y APROBACIÓN DEL DOCUMENTO PAGA

El Consultor entregará a la firma interventora, en medio magnético, informes de avance de las actividades desarrolladas en el marco de la elaboración del PAGA, con una periodicidad mensual.

Si el tiempo de ejecución de la Consultoría es mayor a seis meses, se deben realizar entregas parciales del documento PAGA, que den cuenta del avance de este. Esta entrega debe realizarse semestralmente a la Subdirección de Sostenibilidad, en medio digital.

Terminado el documento PAGA, la Interventoría radicará ante la Unidad Ejecutora la versión final aprobada, en medio físico y magnético (modificable), con copia a la Subdirección de Sostenibilidad.

Con el fin de identificar los costos factibles de implementación de las fichas de manejo ambiental y social, requeridas para la ejecución de la futura obra, el consultor debe analizar y proponer un presupuesto ambiental y un presupuesto social, mediante el diligenciamiento de los formatos del Manual de Interventoría MASPS-MN1-IN-1-FR-2 Plan de inversión ambiental y MASPS-MN1-IN-3-FR-5 Plan de Inversión Social. Dichos formatos deben ser diligenciados por el Consultor y aprobados por parte de la firma Interventora.

CAPITULO 4. FUENTES DE MATERIAL

En cuanto a lo relacionado con las fuentes de materiales de construcción necesarias para la ejecución del futuro proyecto a ejecutar, se requiere que el consultor analice y determine las posibilidades de consecución legal y oportuna de todos los materiales y suministros que se requieran para el proyecto, obra o actividad. Las posibles fuentes de materiales seleccionadas por el Consultor, deberán cumplir a cabalidad con las normas legales y reglamentarias tanto del Código de Minas, sus reformas y sus normas reglamentarias; como lo pertinente de la ley 1682 de 2013; Ley 99 de 1993 y sus normas reglamentarias, así como el Decreto Único 1076 de 2015, y lo establecido sobre este aspecto en la respectiva Licencia Ambiental del Proyecto cuando aplique.

El Consultor debe prever los posibles costos a reconocer por el Instituto en la futura fase de obra. Estos deberán cubrir, entre otros, todos los costos de explotación incluidos costos por evaluación y seguimiento de licencias, autorizaciones y/o permisos, tasas, regalías, arrendamientos, servidumbres, producción, trituración, clasificación, almacenamiento, cargue, transporte y descargue. Para los materiales que requieran procesamiento industrial, éste deberá realizarse con tecnología limpia.

El Consultor deberá solicitar certificación de presencia de grupos étnicos ante la Dirección Autoridad Nacional de Consulta Previa, en los lugares donde hará uso de fuentes de material, ya que la actividad podría coincidir con la ubicación de territorios colectivos certificados. De acuerdo con la normatividad vigente, será necesario determinar la necesidad o no de adelantar procesos de Consulta Previa por la prospección o explotación de los recursos naturales en sus territorios. (Directiva Presidencial 01 de 2010, con respecto a las medidas susceptibles de realización o no de consulta previas y el Decreto 2353 de 2019) y su costo. De igual manera, deberá informar a la Unidad Ejecutora y a la Subdirección de Sostenibilidad, el estado de los requerimientos correspondientes y los procesos que adelante de Consulta Previa con Comunidades Étnicas de la zona

CAPITULO 5. PRODUCTOS ENTREGABLES

- Documento PAGA. Aprobado por la Interventoría, el cual se radicará ante la Unidad Ejecutora, en medio físico y magnético (modificable), con copia a la Subdirección de Sostenibilidad.

- Plan de Inversión Ambiental y Social.

- Permisos ambientales. En el evento que, para la ejecución de las actividades de mejoramiento, se requiera el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, se debe proporcionar la información para la oportuna gestión de permisos y/o autorizaciones, ante las autoridades ambientales. Se deben establecer los estudios y/o soportes necesarios, que se deben presentar como anexos al Formulario Único de Solicitud de los permisos y/o autorizaciones. Así mismo, se debe hacer una estimación del tiempo que se demora en trámite el permiso y/o autorización ante las Corporaciones Ambientales.

El Consultor deberá identificar si en la zona hay presencia de especies que requieran proceso de levantamiento de veda, para lo anterior dependiendo lo que considere la unidad ejecutora, se elaborarán los documentos técnicos necesarios de acuerdo con los requisitos que fija la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA o la autoridad ambiental regional competente.

Adicionalmente, se deberá identificar si las actividades a generar por el proyecto se ubican sobre zonas de Sustracción de Reserva de la Ley 2 de 1959 o categoría de manejo especial susceptible de sustracción de acuerdo con lo previsto por el Decreto 1076 de 2015 en relación con las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP (artículo 2.2.2.1.1.1. y ss), entre otros; de ser así, el consultor dependiendo lo que considere la Unidad Ejecutora deberá elaborar el documento técnico requerido de acuerdo con los requisitos previstos por la Dirección

de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o la entidad ambiental competente.

- Pronunciamiento de la Autoridad Nacional de Consulta Previa, con respecto a la procedencia o no de Consulta Previa, de acuerdo con lo estipulado en el Directiva Presidencial 01 de 2010 y el Decreto 2353 de 2019, conforme a los lineamientos establecidos para el proyecto. Por tal razón deberá ser anexada la certificación o concepto emitido por la entidad competente, así mismo, en caso de aplicabilidad, deberá anexarse copia del Acta de los acuerdos protocolizados de Consulta Previa.

- Pronunciamiento del ICANH con la aprobación del Plan de Manejo de Arqueología Preventiva. Dando cumplimiento a la normatividad vigente en materia de protección al Patrimonio Arqueológico de la Nación, estipulado en la Ley 397 de 1997 y el Decreto Reglamentario 138 del 6 de febrero de 2019; con las modificaciones introducidas a la mencionada Ley por el artículo 131 del Decreto Ley 2106 del 22 de noviembre de 2019; así como las resoluciones 297 de 2019, 065 Y 134 de 2020 del Instituto Colombiano de Antropología e Historia- ICANH y demás lineamientos y formularios que expida el ICANH al respecto; que incluye la ejecución del Programa de Arqueología Preventiva, se deberá adelantar el proceso hasta la fase de Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico. Este proceso se verificará mediante la entrega parcial de los documentos completos que evidencien la trazabilidad del cumplimiento a este requerimiento y la entrega del documento final expedido por el ICANH, donde se señale explícitamente la aprobación del Plan de Manejo Arqueológico.

CAPITULO 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 posterior del proyecto, entre estas se deberán incluir las relacionadas con la condición actual del país, en cuanto a sus componentes ambiental y socioeconómico, indicando que tan factible es la realización del proyecto a través del tiempo.

CAPITULO 7. NORMATIVIDAD

Las obligaciones para el cumplimiento ambiental y social se enmarcan en la normatividad vigente en la materia, citada a continuación, no obstante, el hecho de no encontrarse citada alguna norma promulgada antes del cierre del proceso de selección, no exime al consultor/contratista de su conocimiento y aplicabilidad, bajo su entera responsabilidad.

• CAPITULO 7.1. NORMATIVIDAD AMBIENTAL

- La Constitución Política de Colombia.
- Decreto Ley 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Decreto 1449 de 1977. Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No. 2811 de 1974.

- Decreto 1608 de 1978. Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
- Decreto 1541 de 1978. Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
- Decreto 1715 de 1978. Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto - Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto - Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
- Ley 09 de 1979. Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
- Decreto 2858 de 1981. Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 56 del Decreto-Ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978.
- Decreto 02 de 1982. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.
- Ley 21 de 1991. Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76a. reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra.
- Ley 52 de 1993. Por medio de cual se aprueba el convenio 167 y la recomendación No. 175 sobre seguridad y salud en la construcción; adoptados por la 75ª reunión de la conferencia general de la OIT, Ginebra de 1988.
- Ley 55 de 1993. Por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990.
- Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
- Ley 70 de 1993. Por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política.
- Resolución 1083 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente. Por el cual se regula la utilización de fibra natural en obras y actividades.
- Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente. Por medio del cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- Resolución 898 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de automotores.
- Decreto 948 de 1995. Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto-ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9ª de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
- Decreto 2107 de 1995. Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
- Decreto 605 de 1996. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo. Vigente solo el capítulo sancionatorio.
- Ley 299 de 1996. Por el cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.

- Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
- Ley 388 de 1997. Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1697 de 1997. Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
- Resolución 273 de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se establecen las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros, demandas bioquímicas de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST).
- Resolución 372 de 1998 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones.
- Resolución 415 de 1998 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se prohíbe la quema de llantas, baterías, plásticos y otros materiales que puedan generar emisiones tóxicas al aire.
- Ley 472 de 1998. Por la cual se desarrolla el artículo 88 de la Constitución Política de Colombia en relación con el ejercicio de las acciones populares y de grupo y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 321 de 1999. Relacionado con el Plan Nacional de Contingencias contra derrames accidentales de hidrocarburos o cualquier otra sustancia nociva para la salud, en el sentido de que en cada actividad a realizar se debe realizar una evaluación de las posibles contingencias que puedan presentarse y tomar las acciones correctivas o preventivas según sea del caso.
- Decreto 1552 de 2000. Mediante el cual se modifica el art. 38 del Decreto 948 de 1995, modificado por el artículo 3 del Decreto 2107 de 1995, relacionado con las emisiones de vehículos Diesel.
- Ley 685 de 2001. Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
- Ley 769 de 2002. Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1530 de 2002. Por el cual se modifica el artículo 40 del Decreto 948 de 1995, modificado por el artículo 2º del Decreto 1697 de 1997 y por el Decreto 2622 de 2000, respecto del contenido de plomo en los combustibles.
- Decreto 1713 de 2002. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Ley 850 de 2003. Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas.
- Decreto 155 de 2004. Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.
- Decreto 3440 de 2004. Modifica parcialmente el Decreto 3100 de 2003.
- Resolución 1565 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se modifica parcialmente la resolución 898 de 1995, que regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.
- Decreto 838 de 2005. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

- Decreto 4741 de 2005. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
- Decreto 4742 de 2005. Por el cual se modifica el artículo 12 del decreto 155 de 2004 y se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de agua.
- Resolución 1023 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se adoptan las guías ambientales como instrumento de autocontrol y autorregulación.
- Oficio 526974 de 28 de diciembre de 2005 concepto de la Oficina Asesora Jurídica del Ministerio de Minas y Energía. Obligación de gestionar y obtener licencia ambiental en los procesos de autorización temporal para materiales de construcción de carreteras.
- Resolución 349 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se establece el porcentaje de gastos de administración que cobrarán las autoridades ambientales en relación con los servicios de evaluación y seguimiento ambiental.
- Resolución 601 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se establece la norma de calidad de aire o nivel de inmisión para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
- Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
- Resolución 1402 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se desarrolla parcialmente el decreto 4711 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos.
- Resolución 2202 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se adoptan los Formularios Únicos Nacionales.
- Decreto 979 de 2006. Por el cual se modifican los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.
- Circular 2000-2-44593 del 19 de mayo de 2006 del Viceministerio de Ambiente. Lineamientos para la aplicación de tasas ambientales.
- Oficio 2400-E-2-70830 del 4 de septiembre de 2006 concepto de la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. Obligación de gestionar y obtener licencia ambiental en los procesos de autorización temporal para materiales de construcción de carreteras.
- Decreto 330 de 2007. Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005.
- Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
- Resolución 910 de 2008 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se toman otras disposiciones.
- Ley 1333 de 2009. Sobre el Régimen Sancionatorio Ambiental.
- Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II – Parte III – Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos de agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

- Decreto 4728 de 2010. reforma el Decreto 3930 de 2010. Permiso para Vertimientos al Recurso Hídrico, al Suelo y a los Alcantarillados.
- Decreto 2667 de 2012. Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.
- Decreto 2981 de 2013. Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.
- Decreto 2041 de 2014. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
- Decreto 769 de 2014. Por la cual se listan las actividades de mejoramiento en proyectos de infraestructura de transporte.
- Decreto 770 de 2014. Por la cual se establece un listado de cambios menores o ajustes normales en proyectos del sector de infraestructura de transporte que cuente con licencia o su equivalente.
- Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.
- Resolución 324 de 2015 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Por la cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental.
- Decreto 2220 de 2015. Por el cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015 en lo relacionado con las licencias y permisos ambientales para Proyectos de Interés Nacional y Estratégicos (PINE).
- Resolución 6725 de 2016 del Instituto Nacional de Vías. Por medio de la cual se crea el programa de arborización “Escuelas Verdes”.
- Resolución 2182 de 2016 por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos.
- Decreto 870 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se establece el pago por Servicios Ambientales y otros incentivos a la conservación.
- Decreto 1007 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Mediante el cual se reglamenta los componentes generales del incentivo de pago por servicios ambientales y la adquisición y mantenimiento de predios en áreas y ecosistemas estratégicos que tratan el Decreto Ley 870 de 2017.
- Resolución 1402 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales.
- Ley 1882 de 2018. Por el cual se adicionan, modifican y dictan disposiciones orientadas a fortalecer la contratación pública en Colombia, La Ley de Infraestructura y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 050 del 2018. Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1076-2015, con relación a los Consejos Ambientales Regionales de Microcuencas (CARMAC), el ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones.
- Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura, Sub - sector Vial. (Versión 2011).
- Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura, Sub - sector Marítimo y Fluvial. (Versión 2011).
- Resolución 319 del 26 de enero de 2022, “Por la cual se adopta el Manual de Interventoría de Obra Pública del Instituto Nacional de Vías – INVIAS”

- **CAPITULO 7.2. NORMATIVIDAD SOCIAL**

- La Constitución Política de Colombia.
- Ley 21 de 1991 Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76a. reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra 1989 el convenio 169 de la OIT establece la necesidad de consultar a las comunidades étnicas.
- Ley 70 de 1993. La presente ley tiene por objeto reconocer a las comunidades negras y así mismo tiene como propósito establecer mecanismos para la protección de la identidad cultural y de los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, y el fomento de su desarrollo económico y social, con el fin de garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades frente al resto de la sociedad colombiana.
- Ley 80 de 1993. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública.
- Ley 134 de 1994. Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.
- Decreto 1320 de 1998. Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras.
- Ley 850 de 2003. Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas.
- Ley 1150 de 2007. Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos.
- Resolución 3662 de 2007 del Ministerio de Transporte. Por la cual se establece el procedimiento para la imposición de sanciones y se señalan las cuantías para hacer efectiva la cláusula de multas en los contratos celebrados por el Instituto Nacional de Vías.
- Ley 1185 de 2008 Por la que se modifica y adiciona la Ley General de Cultura y se dictan otras disposiciones.
- Ley 1228 de 2008. 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 3770 de 2008. Establece requisitos de los consejos comunitarios y organización de las mismas.
- Decreto 763 de 2009. Por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 814 de 2003 y 397 de 1997.
- Directiva 01 de 2010 Garantía del Derecho fundamental a la Consulta previa.
- Directiva presidencial 10 de 2013. Guía para la realización de Consulta previa.
- Ley 1655 de 2013. Por medio del cual se reglamentan los artículos 63, 70 y72 de la Constitución Política de Colombia en lo Patrimonio Cultural Sumergido
- Ley 1682 de 2013. Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias.
- Resolución 7310 de 2015, por la cual se modifican los criterios para la elaboración e implementación del plan de gestión socio predial, con miras a compensar los impactos sociales generados en la adquisición de áreas requeridas para la ejecución de proyectos a cargo del Instituto Nacional de Vías -INVIAS".

- Ley 1755 de 2015. Por medio de la cual se regula el Derecho Fundamental de Petición y se sustituye un título del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo. Normatividad.
- Ley 1757 de 2015 "Por la cual se dictan disposiciones en materia de promoción y protección del derecho a la participación democrática".
- Decreto 1080 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura
- Ley Estatutaria 1757 de 2015. Por la cual se dictan disposiciones en materia de promoción y protección del derecho a la participación democrática
- Decreto 1080 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura.
- Decreto 092 de 2017. Por el cual se reglamenta la contratación con entidades privadas sin ánimo de lucro a la que hace referencia el inciso segundo del artículo 355 de la Constitución Política.
- Ley 1882 de 2018. Por el cual se adicionan, modifican y dictan disposiciones orientadas a fortalecer la contratación pública en Colombia, La Ley de Infraestructura y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 138 de 2019. Por el cual se modifica la Parte VI "Patrimonio Arqueológico" del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultural.
- Decreto 2353 de 2019. Por el cual se modifica la estructura del Ministerio del Interior y se determinan las funciones de algunas dependencias.
- Directiva presidencial 08 de 2020. Guía para la realización de Consulta Previa.
- Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura, Sub - sector Vial. (Versión 2011).
- Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura, Sub - sector Marítimo y Fluvial. (Versión 2011).

VOLUMEN XIV. ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA
CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

Proporcionar la información de ingeniería necesaria que permita a este nivel una estimación más aproximada del costo de ejecución del proyecto, tomando como base el cálculo más exacto de unas cantidades de obra.

1.2 ALCANCES

Para lograr el objetivo propuesto, el Consultor dentro de este estudio específico debe desarrollar los siguientes temas basado en los estudios, planos y prediseños adelantados por las diferentes áreas técnicas del proyecto.

- Identificar las características técnicas del proyecto a partir de las diferentes áreas técnicas: volúmenes de obra, posibles materiales a emplear, longitudes aproximadas de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes, etc.
- Con base en la topografía de detalle a desarrollar en esta fase, hacer una aproximación a las cantidades de Obra, sobre todo en lo relacionado con movimientos de tierra, requerimientos de materiales y las que resulten del predimensionamiento de estructuras.
- Estimar los Precios Unitarios.
- Desarrollar el Presupuesto aproximado para la obra.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Aquí el Consultor presentará la metodología de evaluación de costos y los pormenores para su realización. De estos últimos deberá incluirse una recapitulación de la información utilizada, presentada de forma específica y relacionada con las diferentes áreas de estudio. Es decir, que el estudio deberá requerir de las otras áreas de la ingeniería la información pertinente y necesaria para el completo desarrollo de la metodología, dejando constancia de los valores de cada variable utilizada de forma que los resultados del estudio puedan ser reconstruidos o verificados a partir de esta información.

2.1 CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los planos y según la sectorización de la vía, presentando una matriz con las cantidades de obra por kilómetro.

Estos valores se presentarán mediante la elaboración de un formato que contemple como mínimo lista de cantidades de obra, precios unitarios, valor total del presupuesto y el número y la descripción del ÍTEM de PAGO.

2.2 ESTIMACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

Para estimar lo Precios Unitarios el Consultor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las condiciones de ejecución de acuerdo con los ítems de pago de las Especificaciones Generales de Construcción establecidas por INVÍAS y las Especificaciones Particulares definidas en el estudio.
- Con base en información secundaria como bibliografía, proyectos similares tanto en zona geográfica como características técnicas propias del proyecto y apoyado en la recolección de información primaria de la zona específica para aquellas actividades o aspectos de gran relevancia o complejidad, como por ejemplo los relacionados con la construcción de túneles o demás aspectos que puedan influir en el costo final de los precios unitarios y que afectan los rendimientos como los factores de humedad, altura sobre el nivel del mar, etc., establecerá en precio unitario para cada una de las actividades más representativas en la ejecución del proyecto.

- La unidad de medida para pago deberá estar de acuerdo con la especificación correspondiente.
- Los precios de los materiales deben corresponder a valores actualizados. Es necesario relacionar las cantidades requeridas para ejecutar cada ítem, según su unidad de medida incluyendo desperdicios y los materiales o elementos auxiliares y/o adicionales transitorios (formaletas, cimbras, vigas de lanzamiento, etc.).
- Para la determinación de los Precios Unitarios de m3 de los materiales para la estructura de pavimento con base en el predimensionamiento desarrollado en esta fase, como materiales granulares, capas de rodadura, etc, se considerarán cuantificándolos en su posición definitiva y se reconocerá el transporte desde la Fuente de Material o Planta de Producción hasta el sitio de la colocación por m3-Km., siendo este m3 compacto.
- Análisis de las tarifas horarias y estudio de rendimientos y ciclos del equipo que se empleará.
- Se permitirá el uso de precios referenciales o usar el promedio de precio de otros proyectos de características similares.

2.3 PRESUPUESTO

Con los precios unitarios de cada ítem y las respectivas cantidades de obra, se determinará el Presupuesto Básico de la obra en pesos colombianos, a la fecha de presentación del estudio.

Debe agruparse de acuerdo con los Capítulos de las Especificaciones. Los códigos de los ítems, sus unidades y descripción deben corresponder también con las especificaciones.

El presupuesto oficial total, será la suma del Presupuesto Básico o costo directo más el valor correspondiente al A.I.U. estimado por el consultor para el proyecto según propuesta inicial.

2.4 PRODUCTOS ENTREGABLES

El consultor deberá entregar como productos resultantes de los estudios y diseños para este volumen un Informe ejecutivo en el cual de respuesta a todos los requerimientos anteriormente descritos teniendo como anexos el presupuesto estimado que sirva como referencia para la estimación más aproximada del costo total del proyecto con sus soportes (Análisis APU y AIU, rendimientos mano de obra, equipos y cotizaciones) en los formatos dispuestos por el INVIAS en su sistema de calidad.

El consultor deberá remitirse al documento ANEXO BIM A LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIOS FASE II – FACTIBILIDAD, con la finalidad de verificar los requerimientos exigidos para el presente volumen y complementar lo allí solicitado incorporando la metodología BIM al proyecto siempre y cuando los pliegos de condiciones estipulen su utilización.

CAPÍTULO 3. 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.

VOLUMEN XV. INFORME FINAL EJECUTIVO

En este volumen se presentará un informe ejecutivo de todos los volúmenes realizados, de tal manera que le permita al lector como mínimo localizar geográficamente el tramo de vía en estudio, conocer la importancia socioeconómica y los resultados técnicos más importantes de la consultoría. Debe considerar los siguientes capítulos:

En el Informe Final, el Consultor integrará todos los estudios mencionados a continuación. Este informe constará de los siguientes capítulos:

- VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMETRICO FASE III
- VOLUMEN II. ESTUDIO DE GEOLOGÍA FASE III
- VOLUMEN III. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES FASE II
- VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS FASE II
- VOLUMEN V. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACION FASE III
- VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTECNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO FASE III
- VOLUMEN VII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS (Debe incluir un ítem de pago en volúmenes entregables que contenga- Entrega del volumen aprobado por Interventoría (DISEÑO DEL PUENTE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS; DISEÑO DE MANTENIMEINTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DEL PUENTE EXISTENTE) FASE II
- VOLUMEN VIII. ESTUDIO DE REDES FASE II
- VOLUMEN IX. ESTUDIO Y DISEÑO DE URBANISMO Y PAISAJISMO FASE II
- VOLUMEN X. ESTUDIO DE ANÁLISIS DEL RIESGO FASE II
- VOLUMEN XI. SOSTENIBILIDAD
- VOLUMEN XII. ESTUDIO GESTION PREDIAL FASE II
- VOLUMEN XIII. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL *
- VOLUMEN XIV. ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS FASE III

Este informe será un resumen ejecutivo que contendrá de manera resumida el alcance de cada uno de los volúmenes enunciados, las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones y recomendaciones formuladas, así como los planos, gráficos y cuadros que faciliten la comprensión del informe. Además, debe contener la descripción de la localización, un análisis de tipo socioeconómico, importancia y la ficha técnica del proyecto.

Para la localización geográfica, el consultor deberá indicar la troncal o transversal a la que pertenece, e identificar la ruta y tramo o las más cercanas de acuerdo con lo establecido en el decreto 1735 del 28 de agosto de 2001 o el documento equivalente que se encuentre vigente en el momento de realización de los estudios. Esta localización se podrá ilustrar con cartografía

del IGAC para el contexto regional y para el detalle se utilizará el levantamiento topográfico realizado durante los estudios, amarrado a coordenadas planas de Gauss en el sistema Magna-Sirgas.

El Informe Final Ejecutivo contendrá el contenido requerido en cada uno de los estudios enunciados en las presentes especificaciones, como los resultados más importantes de cada volumen desarrollado.

Este documento también constará de las fichas técnicas indicativas que servirán para la preparación de los procesos de licitación para los futuros proyectos.

El consultor e interventor deberán realizar una presentación del resultado del estudio para ser expuestas ante los directivos del INVIAS, gremios de la zona y comunidades afectadas por el proyecto, para lo cual se requerirá la presencia del director y especialistas que se requieran necesarios.

FICHA TÉCNICA

La ficha técnica resume los resultados de los estudios efectuados y deberá indicar las características más relevantes del diseño tales como: principales obras planteadas (túneles, viaductos, puentes), dimensiones, tipo de estructura, velocidad de diseño, tipo de accesos, TPD actual y proyectado indicando periodo de diseño, tipo de terreno tipo de pavimento y espesores, presupuesto total y presupuesto discriminando obra, ajustes, presupuesto de la Interventoría y presupuesto de gestiones ambientales, sociales y prediales, si se estimaron por separado, plazo estimado de ejecución de obras y un cronograma general de ejecución.

Para proyectos a nivel Fase II Avanzada/Fase III Contratación, la ficha técnica resume los resultados de los estudios efectuados y deberá indicar las características más relevantes del corredor seleccionado.

Adicionalmente este informe contendrá los resultados más importantes de cada volumen desarrollado.

Además, deberá entregar una presentación con videos, renders, y demás expresiones gráficas, donde muestre las principales características del proyecto definido, descripción, localización y la ficha técnica.

REQUERIMIENTO PARA EL VOLUMEN: INFORME FINAL EJECUTIVO EN LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA EL MANEJO Y GESTIÓN DE INFORMACIÓN

Dentro del informe final ejecutivo se debe incluir la Modelación de la información en formato IFC y/o compatible para el trazado geométrico aprobado, y la modelación en las demás áreas técnicas del proyecto será opcional, tal y como se indica en el aparte introductorio de los presentes requerimientos técnicos.

Modelación de la información en formato IFC y/o compatible para el trazado geométrico aprobado, y la modelación en las demás áreas técnicas del proyecto será opcional.

3. ENTREGA DE DOCUMENTOS AL INVIAS

En cumplimiento de los criterios establecidos por el Archivo General de la Nación de Colombia para la organización y conservación de los Archivos y teniendo en cuenta la normatividad vigente “Ley 594 de 2000”, ley General de Archivos, se informa que para la entrega de los volúmenes se recibirán teniendo en cuenta las especificaciones detalladas a continuación.
Presentación Documentos Físicos

El Consultor entregará al INVIAS, dentro del plazo previsto para la ejecución de los estudios, los volúmenes descritos en el numeral anterior incluidos tablas, anexos, planos, y demás información.

Los volúmenes se entregarán impresos a doble cara en original y cuatro (4) copias en medio magnético (Unidad de Almacenamiento Masivo) en formato PDF y formato editable en el software correspondiente. Cada Volumen debe estar identificado con un rótulo o Sticker que contenga la siguiente información:

- Logo del Instituto Nacional de Vías INVIAS.
- Número del contrato y año del mismo.
- Objeto del contrato.
- Número del volumen con su respectivo nombre.
- Número del tomo cuando este exceda más de un tomo para el respectivo volumen.
- Ruta, Tramo e indicar PR de inicio y PR final. En el caso que aplique.
- Nombre del Consultor ejecutor de los estudios y diseños.
- Nombre del Interventor que acompaño en la ejecución de los estudios y diseños.
- Fecha de entrega de los estudios y diseños.

Cada Volumen se foliará de forma independiente y tendrá máximo 200 folios, si el Volumen es muy voluminoso y sobrepasa el número de folios se deben presentar varios tomos en las cuales de acuerdo al número se identificarán como 1 de 2, 2 de 2, sucesivamente según el caso y tendrá una foliación consecutiva. La fuente del texto del rótulo es Arial 12, espaciado a 1.5.

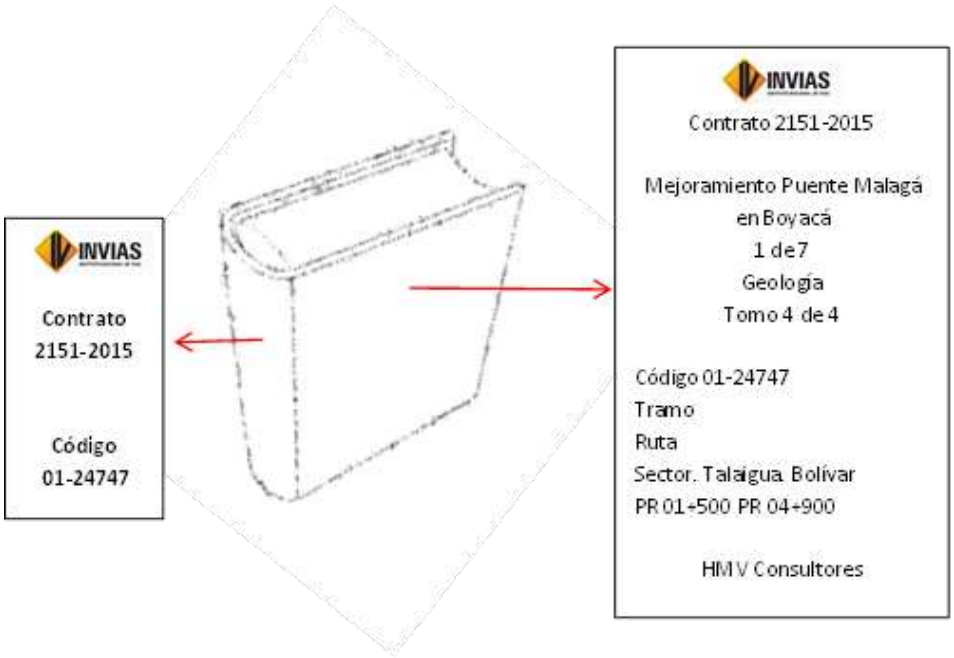
Se debe entregar junto con los volúmenes y planos finales un listado maestro de los planos y volúmenes (tomos) allegados. Los volúmenes deben contar con la firma de los directores de consultoría e interventoría, así como la firma de los especialistas responsables en la elaboración del respectivo volumen; para los planos también se debe contar con las firmas tanto de los directores de consultoría e interventoría, así como la firma de los especialistas responsables en la elaboración. Los archivos magnéticos también deberán contar con las respectivas firmas en sus formatos PDF, los cuales deben ser fiel copia de los documentos y planos impresos.

Para cada volumen técnico que contenga información georreferenciada (incluidos los resultados de las exploraciones y ensayos) se deberá entregar la respectiva base de datos espacial diseñada por el especialista en SIG y cumpliendo con lo establecido por la oficina encargada

del SIG en el INVIAS (Aplicar el modelo de datos para Planos Record, Diseños y Estudios vigente a la fecha de entrega final de los estudios y diseños, el cual se puede obtener a través del enlace https://hermes.invias.gov.co/geiv/) o consultando al Grupo de Estadística e Información Vial de la Subdirección de Estudios e Innovación.

De acuerdo con el memorando SA 35138 del 28 de mayo de 2015, de la Subdirección Administrativa del INVIAS, la documentación escrita correspondiente a los Estudios Técnicos deberá prestarse en la siguiente forma:

- Carátula: Tapa dura en cartón liso de 2.5 mm color azul estampado dorado. Forrada en percalina o cuerina, cocida.
- Páginas. Máximo 200
- Impresión: 1x2 tintas
- Formato: Carta 21,59 cm * 27,94 cm
- Fuente: Arial 12, espaciado a 1.5
- Tipo de Papel: Propalibros 70g a 1x1 tintas; art lemon a 1x1 tintas; esmaltado brillante de 150g.
- Rotulado: Logo de INVIAS; número del contrato y fecha y código.
- Contenido: Normas ICONTEC



Esquema de la portada

3 cms

INVIAS
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

Número del contrato y año del mismo

Objeto del contrato
Número del volumen con su respectivo nombre
Número del tomo cuando este exceda más de un tomo para el respectivo volumen

Código
Ruta, Tramo
Sector
PR de inicio y PR Final. (En caso que aplique)

4 cms

2 cms

Nombre del Consultor que ejecuta los estudios y diseños

Fecha de entrega de los estudios y diseños

3 cms

Presentación en Formato magnético

Para la presentación de información en formato CD o DVD, igualmente deben identificarse con rotulo que contenga como mínimo los siguientes datos.

- Logos Corporativos
- Número del contrato y año del mismo.
- Objeto del contrato.
- Nombre del Consultor ejecutor de los estudios y diseños.
- Nombre del Interventor que acompaño en la ejecución de los estudios y diseños.
- Fecha del Documento.
- Dirección.

Los CD o DVD deben entregarse en una caja de pasta delgada que proteja el formato. Deben de ser no re escribible para garantizar que NO sea posible la modificación de la información en él contenida. En los casos del empleo de dispositivos externos de almacenamiento, estos deben estar debidamente marcados y protegidos.

Documento digital de Metadatos según Norma NTC 4611, mínimos o detallados, dependiendo del proyecto.

El registro fotográfico del proyecto deberá insertarse al Sistema de Información Geográfico por medio de links o hipervínculos que deberán funcionar adecuadamente, incluso desde el CD o DVD.

Presentación de Planos

No se utilizará color en los planos ploteados en papel de seguridad a fin de obtener una buena calidad en reproducciones de éstos.

Los planos deberán contener código, ruta, tramo, sector, PR de inicio y PR final. Los mapas deberán entregarse también en formato PDF/A. No se deberá entregar archivos comprimidos.

En caso de que el proyecto supere una cantidad de 12 planos, se elaborará un nuevo tomo denominado Mapas, que deberá contener páginas preliminares como los otros tomos del proyecto doblándose a mitades.

Los originales de los planos se entregarán enrollados, con protección en sus bordes para evitar posibles deterioros y protegidos por tubo. No se deberá hacer ningún pliegue,

Solo se recibirá un ejemplar en original tanto de informes como de los planos y también copia en CD no re escribible.

Los planos originales se entregarán debidamente firmados en papel de seguridad y cuatro (4) copias en medio magnético (DVDs) en formato PDF y en Software de dibujo asistido por computador de lectura universal editable.

De acuerdo con el memorando SA 35138 del 28 de mayo de 2015, de la Subdirección Administrativa del INVIAS, la presentación de los planos correspondiente a los Estudios Técnicos deberá prestarse en la siguiente forma:

- Empaque: Porta planos debidamente rotulados (ver información de la portada estudio técnico)
- Tamaño: Pliego 70 cm * 100 cm
- Papel: De seguridad Cronalfex o Diazzo ribeteado (original).

ANEXO 1 ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA
CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN
CAPÍTULO 4. ASPECTOS TÉCNICOS
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPÍTULO 6. INFORME PATOLÓGICO Y RECOMENDACIONES PARA EL PUENTE EXISTENTE

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

OBJETIVO

Realizar el diseño estructural para la evaluación de la factibilidad del proyecto en los diseños requeridos para cada uno de (los) puente(s), pontón(es), viaducto(s), estructuras para túneles falsos, muros o estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje, como box-culverts, o cualquier estructura vial complementarias que atraviese el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo; teniendo en cuenta los parámetros de topografía, trazado, diseño geométrico, geología, geotecnia para fundaciones, estabilidad de taludes, hidráulica-socavación, ambiental, estética, urbanismo, arquitectura, sostenibilidad, economía, transitabilidad, durabilidad, facilidad de construcción, facilidad de inspección y mantenimiento, seguridad del tráfico, protección al usuario, pero sin limitarse a estas exclusivamente.

Se debe obtener un presupuesto detallado que permita conocer los recursos económicos necesarios para la materialización de las estructuras, permitiendo a la Entidad contratante evaluar la factibilidad del proyecto, acorde con los recursos que se poseen.

ALCANCE

Desarrollar los estudios y diseños necesarios para cada una de las estructuras que serán parte y/o son requeridas en el corredor para evaluación de factibilidad.

Previo a iniciar con los estudios y diseños se requiere el trazado definitivo de la vía con la implantación de las obras e información secundaria con la caracterización del proyecto, localización, caracterización geológica y geotécnica, hidráulica e hidrología, ambiental, económica, amenazas y riesgos, topográfica, condición del terreno y del entorno, entre otros. Una vez se cuente con el trazado y la topografía del proyecto, se definirá la implementación de obras estructurales necesarias para garantizar la estabilidad, sostenibilidad y conveniencia económica del corredor. Los diseños se dividirán en dos etapas:

1. ETAPA UNO – DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y PREDISEÑO.
2. ETAPA DOS – DISEÑOS PARA EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD.

Adicionalmente, de tenerse dos etapas en los diseños, se dividirá en dos tipos las diferentes estructuras que se pueden encontrar en un corredor vial de la siguiente manera:

Tabla 19. *Números de alternativas según el tipo de estructura*

Tipo de estructura	Definición tipo de estructura	Numero de alternativas o prediseños
Estructuras mayores	Puentes, pontones, viaductos y estructuras para túneles falsos.	3
Estructuras complementarias	Muros o estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje, como box-culverts o cualquier estructura vial complementarias que atraviesen el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo.	1

1. Por ***ESTRUCTURAS MAYORES*** se entienden las obras de superación de obstáculo como PUENTES, PONTONES, VIADUCTOS Y ESTRUCTURAS PARA TÚNELES FALSOS obras para las cuales se desarrollarán a nivel de PREDISEÑO 3 (tres) alternativas en la ETAPA UNO – DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y PREDISEÑO.
2. Por ***ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS*** se entienden las obras adicionales, como MUROS O ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN DE TIERRAS, ESTRUCTURAS DE DRENAJE, COMO BOX-CULVERTS, O CUALQUIER OTRA ESTRUCTURA VIAL, QUE ATRAVIESE EL EJE DEFINITIVO DEL PROYECTO Y/O ESTÉ DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL MISMO, obras para las cuales se desarrollarán 1 (un) prediseño en la ETAPA UNO – DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y PREDISEÑO.

1.2.1. ETAPA UNO – DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y PREDISEÑO

Entendiéndose por prediseño al conjunto de técnicas que permiten calcular elementos de ingeniería de manera sintetizada. Para ello se especificará para cada prediseño el sistema estructural, parámetros sísmicos, avaluó de cargas, tipos de materiales, secciones, longitudes, alturas, proceso constructivo, definición de la necesidad de obras complementarias, etc. Se indicará las dimensiones y/o características de los elementos según se requiera para iniciarse con la siguiente etapa de esta fase, (ETAPA DOS – DISEÑOS PARA EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD) como los procedimientos previo necesarios al cálculo de dimensionado que es necesario llevar a cabo en estructuras de uno o varios grados de libertad antes de poder calcular con precisión los esfuerzos sobre las mismas.

Para las alternativas de estudio de las ***ESTRUCTURAS MAYORES***, se conceptualizará las estructuras con el PREDISEÑO estructural de tres alternativas, especificando los sistemas estructurales, parámetros sísmicos, avalúo de cargas, tipos de materiales, posibles secciones, longitudes, alturas, necesidad de obras complementarias, y todos los aspectos técnicos que tengan lugar según las condiciones del proyecto, requiriéndose información de las otras disciplinas como la geología, la geotecnia, la hidráulica, la hidrología, la topografía, el trazado geométrico definitivo, etc.

Además del aspecto técnico se deberá realizar una evaluación objetiva considerándose otros criterios relevantes como lo son los aspectos financieros, sociales, ambientales, prediales, amenazas y riesgos asociados, entre otros, según cada proyecto. Estos aspectos se evaluarán de forma general, tomando como ejemplo la estimación presupuestal la cual se realizará con valores históricos y cuantías aproximadas. Dado que se deberá garantizar la imparcialidad durante la evaluación y selección, es necesario seguir los siguientes lineamientos:

- Se confirmará que cada alternativa a estudiar sea viable y realizable, las alternativas que tengan algún factor que las haga descartables, no deberán tenerse en cuenta y por consiguiente no serán evaluadas.
- Se evaluará cada alternativa de manera independiente.
- Siempre se buscará escoger la mejor alternativa sostenible (verse los requerimientos de sostenibilidad).

Una vez es aprobada por la interventoría el prediseño de la alternativa seleccionada de las diferentes obras mayores requeridas en el corredor vial, el Consultor contextualizará las características básicas y/o esenciales para el diseño estructural, con el cual se partirá para iniciarse los diseños a fase dos.

Para el caso de las ***ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS***, el prediseño se refiere a la definición del sistema estructural, parámetros sísmicos previos y dimensiones tentativas para evaluar preliminarmente las diferentes solicitudes, tales como: la masa de la estructura, las cargas muertas, las cargas vivas, los efectos sísmicos y las fuerzas de viento, según requiera la estructura, y la estimación de cantidades o cuantías de acuerdo con cartillas aprobadas por la Entidad o datos históricos. Estas dimensiones preliminares se coordinarán con los otros profesionales que participan en el proyecto.

Una vez es aprobado por interventoría los prediseños de las diferentes obras complementarias requeridas en el corredor vial, el Consultor contextualizará las características básicas y/o esenciales para el diseño estructural, con el cual se partirá para iniciarse los diseños a fase dos.

1.2.2. ETAPA DOS – DISEÑOS PARA EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD

Esta etapa solo se podrá iniciar una vez esté finalizada la etapa precedente ETAPA UNO – DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y PREDISEÑO, con la aprobación de los prediseños por parte de la interventoría. Se desarrollará el DISEÑO ESTRUCTURAL por medio de un cálculo más exhaustivo, validando las secciones, refuerzos, tipos de materiales y sus resistencias, obtenidos en los prediseños de la ETAPA UNO – DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y PREDISEÑO. Se debe estudiar y considerar en el diseño y presupuesto todos los componentes técnicos, ambientales, prediales, jurídicos, entre otros, que tenga lugar en la ejecución del proyecto.

Con **DISEÑO ESTRUCTURAL** se refiere a la obtención de las dimensiones, materiales, configuración de secciones y características de todos los elementos estructurales definitivos, con los cuales se logra responder a las cargas impuestas en las estructuras, estableciéndose un sistema estructural, en función de los parámetros sísmicos y demás escenarios de hipótesis

de carga y/o variables de entrada (con la validación y confirmación de la información suministrada por los otros profesionales que participan en el diseño), conforme a lo estipulado por las normativas vigentes aplicables.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1 ETAPA UNO – DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y PREDISEÑO

Se requiere que el Consultor realice retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas, que intervienen en el prediseño de las diferentes obras.

2.1.1 PUENTES, PONTONES, VIADUCTOS Y ESTRUCTURAS PARA TUNELES FALSOS

Para las estructuras mayores tales como puentes, pontones o viaductos y estructuras para túneles falsos, se propondrán, estudiarán y analizarán 3 alternativas. Para la selección de la alternativa y solución, se implementará algún método de análisis de toma de decisión, la cual será previamente aprobada por la interventoría, garantizando una evaluación interdisciplinaria e imparcial. Algunos métodos reconocidos mundialmente son: Método basado en valores como el *Analytic Hierarchy Process AHP*, Método de clasificación ELECTRE, Método tabular *Choosing By Advantage CBA*, entre otros. No se impone al Consultor la implementación de alguno de los métodos anteriormente nombrados. El método de evaluación y selección de alternativas será acordado entre el Consultor e interventoría.

Los factores de evaluación, son los aspectos o indicadores a los cuales se les va a asignar un valor el cual debe estar dentro de un rango. Se definirá de manera clara y concisa los factores con sus criterios de evaluación respectivos, es decir se establecerá un rango dentro en el cual se tendrá valores favorables o deseables a obtener según cada factor.

Según la metodología que el Consultor considere, la cual deberá ser aprobada por la interventoría, se definirá las unidades de medida, rangos admisibles, criterios favorables o deseables según cada factor y detallará la información secundaria y primaria con que se realizará el estudio y los trabajos de campo. La ponderación o peso de cada factor de evaluación dependerá de cada proyecto y será establecido por el Consultor, con aprobación por parte de la interventoría, el cual podrá apoyarse en mesas de trabajo de los interesados en el proyecto dentro de los cuales estarían: el Consultor, la interventoría, los supervisores del contrato en el INVÍAS, y si se considera necesario se invitará a las entidades locales según la localización en la que se desarrolla la estructura.

Después de aprobada la metodología de evaluación de alternativas con los porcentajes o pesos de ponderación de cada factor a evaluar, se procederá con la obtención de información primaria, con la cual se alimentará las matrices de evaluación, como por ejemplo, definición de posibles sistemas y/o tipologías estructurales, predimensionamiento de los diferentes elementos, la estimación de cantidades y presupuesto (con valores históricos, cuantías aproximadas), posibles puntos de acceso de las intervenciones, estimación del tiempo en ejecución,

proveedores de materiales, maquinaria o equipos en la zona, ensayos requeridos en la etapa dos de factibilidad y **demás información que se requiera para la evaluación y selección de alternativa acorde a la metodología de análisis de toma de decisión a implementar.**

Antes de continuar con la ETAPA DOS – DISEÑOS PARA EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD, las alternativas seleccionadas deberán contar con la previa aprobación de la interventoría.

2.1.2 OBRAS COMPLEMENTARIAS

Para las estructuras denominadas como obras complementarias, se presentará un único prediseño para los muros o estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje, como box-culverts, o cualquier estructura vial adicional, que atraviese el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo. Antes de continuarse con ETAPA DOS – DISEÑOS PARA EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD, los prediseños deberán contar con la previa aprobación de la interventoría.

2.2 ETAPA DOS – DISEÑOS PARA EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD

El Consultor deberá definir la metodología para el desarrollo del estudio, documento que se deberá entregar a la Interventoría para su aprobación; y en la cual, se detallará la información secundaria y primaria con que se realizará el estudio, y los trabajos de campo.

Se requiere que el Consultor realice retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas, que intervienen en el diseño integral de un proyecto. Al tratarse de proyectos de infraestructura, solo con una intercomunicación oportuna durante el período de análisis permitirá la correcta validación y consistencia de los parámetros que se adoptan en el diseño y del conjunto de variables que se derivan. El Consultor deberá validar que los parámetros que empleó en sus diseños son correspondientes con los obtenidos por las otras especialidades que intervienen en el proyecto, de acuerdo con los requerimientos que están en fase dos de cada especialidad.

Todos los diseños de estructuras sean puentes, pontones, viaductos, estructuras para túneles falsos, muros o estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje, como box-culverts, o cualquier estructura vial complementaria, que atraviesen el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia de este deberán tener en cuenta las consideraciones y los estudios de efectos sísmicos según se requiera en las normas o manuales del INVÍAS según la estructura a diseñar.

2.2.1 ESPECIFICACIONES Y NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

El análisis y diseño de todas las estructuras, deberá cumplir como mínimo, pero sin limitarse a estos, con los requerimientos pertinentes establecidos en las últimas versiones de los siguientes documentos:

- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP2014 – Resolución 108 de 2015 – Ministerio de Transporte.
- *Standard Specifications for highway bridges*, 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.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10.
- ICONTEC.
- ASTM.
- AWS Asociación Americana de Soldadura Especificación AWS D1.5 Bridge Welding Code versión vigente.
- AASHTO.
- En lo que aplique, el Sistema de Gestión de Puentes, acogido por la Entidad para la fecha de ejecución de los estudios.

2.2.2 CONDICIONES DE CARGA DE DISEÑO

El proyecto estructural considerará las siguientes condiciones de cargas de diseños, como mínimo:

2.2.2.1 DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONDICIONES DURANTE LA VIDA DE SERVICIO

En esta etapa el diseño se realizará considerando las cargas actuantes durante la vida de servicio y las cargas eventuales como los movimientos sísmicos de diseño, así como los demás casos de carga que contempla la normativa que aplique según el tipo de estructura simuladas sobre un modelo matemático apropiado para la misma. En cuanto al análisis de la estructura, se determinará los desplazamientos máximos y las fuerzas internas que se derivan de ellos. El Consultor presentará a la Interventoría las memorias de cálculo, en el cual se especificará la metodología de modelación y análisis. Todos los datos obtenidos mediante un software deberán ser estudiados y validados por la interventoría para su respectivo aval.

Los diseños de los elementos estructurales se llevarán a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia y del material estructural utilizado. Todos los elementos estructurales se diseñarán de acuerdo con los requisitos de la normativa que aplique y en función de los resultados obtenidos por las otras especialidades. Por ejemplo, para 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 y los criterios geológicos, geotécnicos, hidráulicos y de socavación, definidos en los volúmenes relacionados a estas áreas de estudio.

2.2.2.2 DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONDICIONES DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

En esta etapa el diseño se realizará considerando las cargas generadas y asociadas a las condiciones del montaje y al proceso constructivo. Se verificará los esfuerzos y deflexiones en cada etapa de construcción, generados por la carga, descarga, eliminación o implementación de apoyos temporales. A consideración del diseñador y en conjunto acuerdo con la

interventoría, se deberán especificar los criterios de control bien sea por medición directa de esfuerzos o deformaciones.

2.2.3 FILOSOFIA DE DISEÑO

Independientemente del tipo de análisis utilizado, se debe satisfacer los requisitos de equilibrio y compatibilidad, utilizando esfuerzo/deformación para el material propuesto, además de garantizar que las obras sean construibles y seguras. Entre los métodos que aprueba el reglamento CCP14 están:

- Métodos clásicos de fuerza y desplazamiento.
- Método de las diferencias finitas.
- Método de los elementos finitos.
- Método de la placa plegada.
- Método de la franja finita.
- Método de la analogía del emparrillado.
- Método de las series u otro método armónico.
- Métodos basados en la formación de rótulas plásticas.
- Método de la línea de fluencia.

No se impone al Consultor la implementación de alguno de los métodos anteriormente nombrados, sin embargo, la implementación de algún otro método de diseño debe ser aprobado por la interventoría previamente.

2.2.4 SOFTWARE Y PROGRAMAS DE COMPUTADOR

El Diseñador es responsable de la implementación de programas de computador usados para facilitar el análisis estructural y de la interpretación de los resultados. La modelación matemática debe incluir las cargas, las geometrías, el comportamiento del material de la estructura y las características de la respuesta de la cimentación.

2.2.5 DIBUJO DE PLANOS.

Se sugiere implementar la metodología BIM, *Building Information Modeling* que es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción, la cual permite detectar y subsanar en tiempo real posibles inconsistencias, interferencias, y conflictos entre especialidades. En caso de que el contrato no lo exija y que el Consultor no desee implementar BIM, los planos se deberán ejecutar en un software CAD, de tal forma que se entregue archivos en formatos DWG, y PDF. Los planos en sus dos formatos deberán tener una expresión y escala adecuada de tal manera que todo el contenido de los planos sea claro y legible, además de estar completos y acordes a lo establecido en la NTC 1580 DIBUJO TECNICO ESCALAS.

CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN

Dado que las metodologías para estudios y diseños de proyectos viales imponen la necesidad de efectuar retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería, y de otras disciplinas que intervienen en el diseño integral de un proyecto, el Consultor especialista estructural deberá validar que los parámetros tomados sean en efecto el resultado y/o lo establecido en los estudios de las otras especialidades. Así las cosas, en esta parte de recopilación y/o toma de información, es indispensable que exista una interacción constante entre las especialidades involucradas en el proyecto para asegurarse que la orientación de este se encuentre bajo el mismo enfoque técnico y los datos de entrada correspondan con lo consignado en los estudios de las otras especialidades.

Todos los estudios son fundamentales para alcanzar el objetivo planteado; por lo que se debe tomar en cuenta que las memorias e información obtenida por las otras especialidades son documentos de referencia que servirán para atender inquietudes presentadas durante la ejecución del proyecto, sin necesidad de adelantar investigaciones adicionales.

- Topografía.
- Estudio de Trazado.
- Diseño Geométrico.
- Estudio Predial y Catastral.
- Estudio Social.
- Estudio de Geología para Ingeniería y Geotecnia.
- Estudio de Suelos para Diseño de Fundaciones.
- Estabilización de Taludes.
- Estudio Geotecnia.
- Diseño del Pavimento.
- Estudio Hidrología.
- Hidráulica y Socavación.
- Plan Ambiental.
- Estudio de Urbanismo y Paisajismo.
- Estudio de Seguridad y Señalización.
- Estudio de Evaluación Económica.
- Estudio de Sostenibilidad.
- Entre otros.

Si bien la información recolectada por las demás disciplinas es fundamental, el Consultor deberá hacer visitas de reconocimiento en los lugares de implantación de las obras a diseñar para la recolección y validación de información secundaria con la que se cuenta.

CAPÍTULO 4. ASPECTOS TÉCNICOS

Con base en la definición del eje del proyecto, la sección transversal de la vía, del sitio de la estructura, los criterios definidos de drenaje, hidrología, geología y geotecnia, además del reconocimiento directo del sitio, se procederá con los diseños de los puentes, pontones, viaductos, estructuras para túneles falsos, muros o estructuras de contención de tierras,

estructuras de drenaje, como box-culverts, o cualquier estructura vial complementarias, que atraviesen el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo, de acuerdo a la normativa que aplique.

4.1 ETAPA UNO – DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y PREDISEÑO

Se realizará mínimo TRES (3) ALTERNATIVAS de tipología estructurales propuestas para cada uno de los PUENTES, PONTONES, VIADUCTOS Y ESTRUCTURAS PARA TÚNELES FALSOS, evaluándose las posibilidades de uso de diferentes sistemas estructurales y materiales, para así tomar la decisión sobre el sistema estructural más conveniente, según sus características específicas relacionadas con cada una de las áreas que contribuyeron estrechamente en su planteamiento. Para los muros o estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje, como box-culverts, o cualquier estructura vial complementarias, que atraviesen el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo bastará con **UN ÚNICO (1) PREDISEÑO**, el cual deberá ser previamente acordado con la interventoría.

4.1.1 PUENTES, PONTONES, VIADUCTOS Y ESTRUCTURAS PARA TÚNELES FALSOS

El Consultor deberá definir, para cada alternativa, como mínimo lo siguiente:

- Recolección de información de las características del proyecto como trazado de vía, topografía, geología, hidrología, hidráulica, socavación, geotecnia, ambiental, predial, social, puntos de acceso, etc.
- Tipología estructural.
- Longitud total, longitud de luces y/o vanos.
- Materiales que conforma la superestructura, la cimentación y/o las estructuras de contención.
- Dimensiones de las secciones transversales típicas.
- Tipología de estribos y/o cimentación con las dimensiones básicas.
- Longitud, puntos y formas de accesos.
- Localización y/o disponibilidad de proveedores de materiales en la zona del proyecto.
- Estimación de cantidades de obra, implementando cuantías históricas.
- Estimación de costos y presupuesto.
- Equipos, maquinaria y materiales adicionales, que se requieren durante la construcción.
- Si aplica, el requerimiento de obras complementarias, u otras implicaciones.

Cada una de las alternativas deberá ser evaluada no solo como el costo directo de la obra (CAPEX), sino también los costos de mantenimiento a lo largo del periodo de evaluación (OPEX). Es de vital importancia que se realice un análisis económico de cada alternativa con el fin de que se pueda concluir de una forma acertada la alternativa económicamente más viable. Para finalizar la Etapa de definición de alternativas se deberá entregar como mínimo y sin limitarse a estos:

- Portada.
- Hoja de control de versiones y aprobaciones.

- Introducción.
- Objetivos.
- Justificación y alcance del proyecto.
- Características del proyecto, (variables de entrada en los diseños).
- Descripción de las alternativas y como estas podrían dar solución al objetivo del proyecto con su prediseño.
- Factores de evaluación con sus criterios.
- El Consultor deberá entregar una memoria descriptiva con los criterios que justifiquen la alternativa de tipología recomendada, según el método de toma de decisión que se estableció en la metodología.
- Evaluación de cada alternativa, dentro de esta evaluación debe estar el presupuesto general por alternativa, con cantidades o índices, que permitan establecer un costo preliminar para cada elemento necesarios para la construcción, tiempo de la ejecución de la obra, impactos ambientales, impactos sociales, impactos económicos en las comunidades, permisos ambientales, propiedades de predios, puntos de accesos, disponibilidad de materiales, equipos, mano de obra, entre otros. La logística de la obra y los métodos constructivos de las alternativas serán viables de lo contrario se descartarán como posibles alternativas.
- Análisis y toma de decisión.
- Identificación previa de la gestión interinstitucional requerida durante el desarrollo de la factibilidad (permisos ambientales, jurídicos, etc.)
- Conclusiones y recomendaciones generales.
- El Consultor deberá entregar las Memorias de Cálculo a nivel de PREDISEÑO que contemple la superestructura, subestructura y/o cimentación, obras complementarias, las cuales deben incluir entre otros aspectos: avalúo de cargas, combinaciones de carga utilizadas, definición de sistemas estructurales, secciones y materiales, análisis estructural preliminar que garantice que las secciones definidas que cumplan los requerimientos normativos en cuanto a resistencia y servicio, de todas las alternativas.
- Recomendaciones y procedimientos de construcción además de las pruebas de resistencia de los materiales, prueba de carga o cualquier otro criterio de recepción de obra, que resulte pertinente incluirlo en el presupuesto.
- Así mismo, el Consultor deberá establecer las recomendaciones y procedimientos para adelantar la instrumentación de las estructuras propuestas durante la etapa de operación del proyecto.
- El Consultor deberá entregar los planos a nivel de PREDISEÑO que incluya las secciones de los elementos estructurales y configuración, la especificación de materiales, implantación con puntos de acceso, de todas las alternativas.
  Informe ejecutivo resumen, con las alternativas escogidas que se ejecutaran en la siguiente Etapa dos de la Fase 2 – Diseño para evaluación de factibilidad.

4.1.2 OBRAS COMPLEMENTARIAS

Se entiende como estructuras complementarias a los muros o estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje, como box-culverts, cualquier estructura vial complementaria, que atraviese el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia de este.

En caso de que se cuente con obras complementarias en vías secundarias o terciarias, se podrán utilizar la cartilla para el diseño de obras complementarias de drenaje y estructuras viales, siempre y cuando los parámetros de diseño del proyecto correspondan con los indicados en la cartilla, para obtener obras tipo, de forma eficiente, ordenada y completa, UNICAMENTE PARA EL PREDISEÑO.

El Consultor deberá definir, para cada prediseño como mínimo lo siguiente:

- Recolección de información de las características del proyecto de las otras disciplinas, trazado de vía, topografía, geología, hidrología, hidráulica, socavación, geotecnia, ambiental, predial, social, puntos de acceso, etc.
- Secciones, tipo de estructura y materiales.
- Dimensiones de las secciones.
- El prediseño de la cimentación con las dimensiones básicas.
- Longitud, puntos y formas de accesos.
- Localización y/o disponibilidad de proveedores de materiales en la zona del proyecto.
- Equipos, maquinaria y materiales adicionales, que se requieren durante la construcción.
- Si aplica, el requerimiento de obras complementarias, u otras implicaciones.

Para finalizar la Etapa de definición de alternativas se deberá entregar como mínimo y sin limitarse es estos:

- Portada.
- Hoja de control de versiones y aprobaciones.
- Introducción.
- Objetivos.
- Justificación y alcance del proyecto.
- Características del proyecto, (variables de entrada en los diseños).
- Identificación previa de la gestión interinstitucional requerida durante el desarrollo de la factibilidad (permisos ambientales, jurídicos, etc.).
- Conclusiones y recomendaciones generales.
- El Consultor deberá entregar las Memorias de Cálculo a nivel de PREDISEÑO que incluya los elementos estructurales, cimentación, obras complementarias, lo siguiente: avalúo de cargas, combinaciones de carga utilizadas, definición de sistemas estructurales, secciones y materiales, análisis estructural preliminar que garantice que las secciones definidas que cumplan los requerimientos normativos en cuanto a resistencia y servicio.
- El Consultor deberá entregar los planos a nivel de PREDISEÑO que incluya las secciones de los elementos estructurales y configuración, la especificación de materiales, implantación con puntos de acceso.
- Recomendaciones y procedimientos de construcción además de las pruebas de resistencia de los materiales, prueba de carga o cualquier otro criterio de recepción de obra, que resulte pertinente incluirlo en el presupuesto.
- Informe ejecutivo resumen, con los prediseños para dar inicio a los diseños en la siguiente Etapa dos de la Fase 2 – Diseño para evaluación de factibilidad.

4.2 ETAPA DOS – DISEÑOS PARA EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD

Se debe tener en cuenta que dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto se contará con diferentes tipos de estructuras, para los cuales deberán ser considerados diferentes reglamentos y metodologías de diseños, por lo cual se presentan las consideraciones para algunos de los tipos de estructuras involucradas en los proyectos, pero sin ser estas las únicas que se deberán considerar.

Para cada uno de (los) puente(s), pontón(es), viaducto(s), estructuras para túneles falsos, muros o estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje, como box-culverts, o cualquier estructura vial complementarias que atraviese el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo; se deberán realizar los diseños estructurales, presentándose como mínimo y sin limitarse a estos, lo siguiente:

- Introducción resumiendo, los criterios de técnicos como localización, Hidrología, Hidráulica, Geotecnia, Geología, entre otros, que justifiquen la solución seleccionada.
- Códigos y reglamentos.
- Memorias de cálculo que incluya la cimentación, muros de contención y todos los elementos estructurales que se requieran, descripción de los cálculos (Metodologías de cálculo) avalúo de cargas, combinaciones de carga utilizadas, sistemas estructurales, análisis de cargas, análisis sísmico (participación de la masa, cortante basal, periodos fundamentales), análisis estructural, con las verificaciones del cumplimiento de los requerimientos normativos en cuanto a resistencia y servicio, soportando y fundamentando que las secciones, dimensiones, materiales, refuerzo, disposición, de todos los elementos estructurales que se establecieron para la elaboración del proyecto.
- Indicar índice de resistencia y verificaciones aplicables de acuerdo con los reglamentos considerados.
- Ensayos necesarios y/o recolección de información necesaria a obtener en esta ETAPA.
- Longitud total, luces y tipo de estructura (en el caso de puentes o viaductos).
- Tipo de material que conforma la super estructura y la cimentación y/o las estructuras de contención.
- Dimensiones de las secciones transversales típicas VERIFICADAS Y DEFINITIVAS CUMPLIENDO LA NORMA que aplique.
- Tipo de estribos y cimentación con las dimensiones VERIFICADAS Y DEFINITIVAS CUMPLIENDO LA NORMA que aplique.
- Secciones y dimensiones de todos los elementos estructurales, diámetros, longitudes y disposición de las varillas de refuerzo, perfiles de acero, cables, y demás elementos que se requieran VERIFICADAS Y DEFINITIVAS CUMPLIENDO LA NORMA que aplique.
- Longitud, puntos y formas de accesos.
- Planos topográficos con la implantación del puente con indicación de los puntos de referencia y niveles. Ubicar puntos y formas de acceso.
- Cantidades de obra calculadas sobre planos.
- Los costos y presupuesto (CAPEX) con cantidades calculadas reales de los diseños.

- Los costos y presupuesto del mantenimiento (OPEX) según el tipo de estructura.
- Recomendaciones y procedimientos de construcción además de las pruebas de resistencia de los materiales, prueba de carga o cualquier otro criterio de recepción de obra, que resulte pertinente incluirlo en el presupuesto.
- Recomendaciones y explicación de las posibles necesidades de implementar un sistema inteligente de gestión de puentes (SIGP) acogido por la Entidad a la fecha de ejecución de los estudios y diseños, en el que se realice el diseño de la instrumentación según sea requerido
- Equipos, maquinaria y materiales adicionales, que se requieren durante la construcción.
- Si aplica los diseños de obras complementarias, con todas sus implicaciones.
- Planos estructurales que contengan todos los elementos estructurales con sus dimensiones, disposición y materiales con sus propiedades de resistencia. Comprenden: Planos de índice presentando las generalidades y especificaciones de materiales, Planos de cimentación, Planos de plantas para las formaletas, Planos de planta estructurales, Planos de despiece de refuerzo para todos los elementos estructurales, Planos de cortes, Esquemas típicos de elementos de conexión, Cuadro de acero de refuerzos (despieces y resumen) y concretos (volumen por tipo de concreto y resumen) lo anterior debe presentarse de manera completa sin requerir un nivel de detalle constructivo.
- Especificaciones técnicas de los materiales.

4.2.1 PUENTES PONTONES, VIADUCTOS Y ESTRUCTURAS PARA FALSOS TÚNELES

Para puentes pontones y viaductos, en el año 2013, el INVÍAS y la AIS desarrollaron la nueva Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14, norma que actualmente se encuentra vigente, por consiguiente, la normativa en la se enmarcará estos requerimientos técnicos es **la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14,** sin embargo, se deberá cumplir con la normativa que se encuentre vigente durante la ejecución de los diseños y se podrá usar normas o códigos internacionales, únicamente con la previa aprobación de la interventoría, en caso que se requiera.

Además del estudio y diseño técnico, con el cual se esté cumpliendo la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP2014 – Resolución 108 de 2015 – Ministerio de Transporte, se debe analizar un adecuado funcionamiento, en el cual se proporcione sensación de seguridad al usuario.

En el caso de estructuras para túneles falsos, estos elementos deberán ser desarrollados con la finalidad de contener empujes de tierras y/o soportar caídas de material proveniente de laderas, por lo cual durante la etapa de diseño se seguirá las indicaciones presentadas en el estudio de suelos, geología, entre otros, procesos constructivos y verificar las condiciones de estabilidad de las estructuras por construir. Se garantizará el cumplimiento de la normativa que aplique, se podrá usar normas o códigos internacionales con la previa aprobación de la interventoría.

4.2.1.1 ALINEACIÓN DISEÑO GEOMÉTRICO

La ubicación y alineación del puente y/o estructura para túnel falso se deberá validar, garantizándose que se está satisfaciendo los requisitos del diseño geométrico de vías, acorde a la implantación y topografía con las que se cuenta.

4.2.1.2 SEGURIDAD DEL TRÁFICO

Se confirmará que se cuenta con la capacidad según el tránsito esperado, y se garantizará la seguridad y sensación de seguridad a los vehículos sobre o debajo del puente, así como al interior de la estructura para túnel falso. Para el caso de puentes se minimizará 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. Se debe confirmar que se cuenta con las barreras de protección, con la resistencia a choque requeridas, para su diseño y especificación servirá como guía las presentadas en bibliografía de diseño de puentes y las que se encuentren en la normatividad aplicable para estos elementos. (SECCIÓN 13 – BARANDAS del CCP14).

4.2.1.3 CONSIDERACIONES DE EJECUCIÓN MONTAJE Y DE CONSTRUCCIÓN

Los puentes y estructuras para túneles falsos se deberán diseñar de manera tal que su construcción sea técnicamente factible. Para estos efectos se considerará las cargas y deformaciones impuestas durante la construcción y montaje con su correspondencia a la etapa de construcción en la que se estimen dichas cargas, además de considerar las condiciones climáticas e hidráulicas que pudieran afectar la construcción de la estructura, indicándose las temporadas de lluvias, con un cronograma de obra, que se establecerá en FASE TRES - DISEÑO DEFINITIVO DE OBRA.

4.2.1.4 ECONÓMICO

Se estudiará la factibilidad según el presupuesto que se obtenga, la Entidad evaluará si es factible o no continuar con los diseños a fase tres para la materialización de la estructura, según el valor establecido en esta fase, se realizará el cálculo de cantidades sobre planos y precios unitarios que reflejen las condiciones reales del proyecto.

4.2.1.5 TÉCNICO

Se garantizará el cumplimiento con la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP2014 – Resolución 108 de 2015 – Ministerio de Transporte o la normativa vigente durante la ejecución de los diseños, se podrá usar normas o códigos internacionales o la normativa que aplique, con la previa aprobación de la interventoría. Se deben incluir requisitos mínimos para las instalaciones de drenaje y medidas de autoprotección contra el agua, y las sales transportadas por el agua. Por un lado, para el caso de puentes el tablero y sus accesos garantizarán un seguro y eficiente transporte de escorrentía de la vía, de manera que se minimice el daño y deterioro a la estructura y se maximice la seguridad de los vehículos. Por otro lado, se analizarán en detalle los aspectos hidrológicos e hidráulicos, numerosas fallas en puentes han sido provocadas por la socavación.

En el caso de puentes se presentará memorias y planos de forma ordenada y clara sin olvidar ningún elemento de la SUPERESTRUCTURA, SUBESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN. Entendiéndose como **SUPERESTRUCTURA** a todos los elementos estructurales que se encuentren por encima de los apoyos, como el tablero, vigas, armaduras, cables, bóvedas, arcos, y/o cualquier otro elemento necesario para transmitir las cargas del tablero a los apoyos o SUBESTRUCTURA.

La **SUBESTRUCTURA** se entiende como los apoyos centrales (pilares) o apoyos extremos (estribos), estructuras que están encargados de transmitir a la cimentación los esfuerzos recibidos de la superestructura, esfuerzos que serán finalmente llevados al terreno mediante la CIMENTACIÓN, que es el grupo de elementos estructurales encargada de transmitir las cargas al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas localizadas

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. Las tensiones residuales incorporadas durante la construcción deberán está dentro de límites tolerables.

4.2.2 ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

4.2.2.1 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN:

Estos elementos deberán ser desarrollados con la finalidad de contener los empujes de tierra y estabilizar laderas o cortes de terreno, por lo cual durante la etapa de diseño se seguirá las indicaciones presentadas en el estudio de suelos, las condiciones y elementos de drenaje, tipos de materiales a utilizar, resistencia de los componentes, procesos constructivos y verificar las condiciones de estabilidad de las estructuras por construir. Se garantizará el cumplimiento normativo, (SECCIÓN 11 - MUROS, ESTRIBOS Y PILAS, CCP14 Y CAPITULO H.8 NSR-10, o la normativa que aplique, se podrá usar normas o códigos internacionales con la previa aprobación de la interventoría).

4.2.2.2 ESTRUCTURAS DE DRENAJE

Una vez se haya realizado su análisis hidráulico acorde a la normatividad del reglamento del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS, en concordancia con a la Hidrología del lugar y estudio de una posible socavación, y se haya obtenido secciones, caudales, niveles de agua, trazados, restricciones, se procede con el diseño estructural de la estructura, acorde a lo que establece la NSR-10 CAPITULO C23-TANQUES Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA AMBIENTAL DE CONCRETO o la normativa que aplique. Se podrá usar normas o códigos internacionales con la previa aprobación de la interventoría.

4.2.2.3 OTRAS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

El diseño de otras obras complementarias como peajes, estructura para los lineamientos de infraestructura verde vial o de cualquier otra índole no especificada anteriormente que atraviesen el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo, se realizarán de acuerdo con las normativas que aplique, ya sea la Norma colombiana de Diseño de Puentes CCP2014, la Norma de Sismo Resistencia NSR-10 o la que tenga lugar según el tipo de estructura.

4.2.3 CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra se calcularán con base en los planos elaborados. El Consultor tendrá en cuenta que las cantidades de obra deberán cuantificarse en unas memorias de cantidades que puedan ser confirmadas.

4.2.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

El Consultor deberá efectuar el análisis de precio unitario correspondiente con base en información secundaria procedente de obras de características similares, para lo cual se obtendrá información de los costos en la zona del proyecto, teniendo en cuenta los equipos, materiales, mano de obra calificada, los factores de producción, las condiciones específicas de la región, como régimen de lluvias, acceso al sitio de los trabajos, y todos aquellos factores que puedan incidir en la determinación del precio unitario de los diversos ítems.

4.2.5 RESTRICCIONES PREDIALES, AMBIENTALES O SOCIALES QUE REQUIERAN TRÁMITES CON OTRAS ENTIDADES

La ubicación y alineación de las estructuras se deberán validar, garantizándose que se está satisfaciendo los requisitos del diseño geométrico de vías, además del tráfico calculado (sobre el puente y debajo del mismo, o al interior del túnel falso), sin olvidar validar que los predios en los cuales se implantarán las obras no presentan inconveniente alguno sobre permisos ambientales o sociales y se cuenta con la adquisición de la propiedad del predio.

En caso de que existan restricciones prediales, ambientales o sociales que requieran la actualización de documentación, se deberá llamar la atención a dichas restricciones, con la advertencia de los trámites, actualizaciones o solicitudes que se deban gestionar para llevar a cabo el proyecto.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 ETAPA UNO – DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y PREDISEÑO

Una vez seleccionada la alternativa y aprobados los prediseños, se debe presentar una breve descripción de insumos utilizados, fuentes de información, resultado del análisis, conclusiones y recomendaciones para la siguiente etapa (Etapa dos – Diseños para Evaluación de Factibilidad), con un Informe Ejecutivo ETAPA UNO DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y PREDISEÑO.

5.1.1. PUENTES, PONTONES, VIADUCTOS Y ESTRUCTURAS PARA TÚNELES FALSOS

El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan, como mínimo:

- Determinar la alternativa a seleccionar PRESENTACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA. El Consultor desarrollará y aplicará la metodología aprobada por la Interventoría, al igual que mostrará y documentará todos los resultados obtenidos para que puedan ser fácilmente verificables.
- Identificar claramente LOS PREDISEÑOS DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS DE LAS ESTRUCTURAS MAYORES para las diferentes estructurales requeridas en los corredores de estudio.
- Posibles limitaciones encontradas para cada uno de los prediseños.
- Variables de entradas y solicitud de validación de la información utilizada de otros especialistas, para la continuación en los estudios y diseños hasta fase dos en la siguiente etapa.

5.1.2. ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan como mínimo

- Identificar claramente LOS PREDISEÑOS DE LAS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS aprobados por interventoría para las diferentes estructuras requeridas en los corredores de estudio.
- Posibles limitaciones encontradas para cada uno de los prediseños.
- Variables de entradas y solicitud de validación de la información utilizada de otros especialistas, para la continuación en los estudios y diseños hasta la fase dos en la siguiente etapa.

5.2 ETAPA DOS – DISEÑOS PARA EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD

Una vez finalizados los diseños de las estructuras se debe presentar una breve descripción de los insumos utilizados, fuentes de información, resultado del análisis, conclusiones y recomendaciones para la siguiente fase de estudios, FASE TRES - DISEÑO DEFINITIVO DE OBRA (Informe Ejecutivo Fase dos). Resumiéndose las características de diseño de cada elemento estructural que haga parte de cada una de las estructuras, incluyendo, las recomendaciones y procedimientos de construcción, además de las pruebas de resistencia de los materiales, prueba de carga o cualquier otro criterio de recepción de obra, así como establecer las recomendaciones y procedimientos para adelantar la instrumentación de las estructuras propuestas durante la etapa operación del proyecto.

Se le recordará al Consultor la importancia de validar y confirmar las condiciones del proyecto, las variables empleadas en los diseños, además de considerar las posibles variaciones de diseño para tener en cuenta en el diseño definitivo de las estructuras propuestas, como por ejemplo los cambios futuros en la alineación, anchos de carril o del tablero, aumento del tránsito,

o cualquier otra variación en las condiciones actuales del proyecto. Se deberá dejar explícitamente las recomendaciones a tener en consideración durante la siguiente fase de estudios, FASE TRES - DISEÑO DEFINITIVO DE OBRA.

CAPÍTULO 6. INFORME PATOLÓGICO Y RECOMENDACIONES PARA EL PUENTE EXISTENTE

Se deberá realizar un diagnóstico del puente existente en el cual se indique la patología del mismo, las diferentes falencias estructurales y de socavación que se tengan, además se deberán plantearlas posibles soluciones de mantenimiento y/o reparación para la conservación y/o demolición y posible uso de dicho puente. El informe deberá contener la siguiente información:

6.1. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN EXISTENTE

6.1.1. ESTADO DEL ARTE EVALUACION Y ANALISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Para el presente entregable el consultor deberá investigar, analizar, evaluar y tabular la información existente, relacionada en la información secundaria encontrada y demás que pueda ser útiles para el diagnóstico.

6.2. RECOMENDACIONES PARA LA SOLUCIÓN DEFINITIVA SEGÚN EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO.

A partir del informe de diagnóstico y evaluación realizado, información secundaria revisada, análisis y estudios elaborados por el consultor y obras de mitigación y/o rehabilitación y/o demolición planteadas, se deberá presentar un análisis del estado general del puente, capacidad hidráulica de la estructura y condición general de estabilidad, a partir de lo cual, el consultor deberá plantear las recomendaciones necesarias y suficientes sobre las actividades, acciones e intervenciones futuras que deberán ser consideradas por la Entidad con relación a la estructura objeto de estudio.

El consultor a partir del diagnóstico sobre otras patologías que se puedan presentar otras partes de la estructura y/o la cimentación, deberá presentar las respectivas conclusiones y recomendaciones. De identificarse que se requieren intervenciones adicionales se deberán definir conceptualmente y estimar sus costos.

El consultor deberá hacer uso de una matriz multicriterio u otra metodología similar para la evaluación de alternativas, y presentar dentro de las conclusiones, cual fue alternativa seleccionada a darle al puente existente.

ANEXO 2— ANEXO TÉCNICO BIM INVIAS

El Objetivo de este documento es definir los requerimientos, procesos y herramientas necesarias para la gestión de información BIM bajo la serie NTC-ISO-19650 y constituir las condiciones mínimas que se deben incorporar al Plan de Ejecución BIM (BEP) por parte de los adjudicatarios o parte designada para desarrollar el proyecto.

1. INTRODUCCIÓN

Este documento describe los requerimientos y directrices que debe realizar el CONTRATISTA y los aspectos a controlar por parte de la interventoría en cada una de las fases del ciclo de vida del proyecto establecidas en el contrato en el marco de las obligaciones BIM.

La Gestión de la Información bajo la metodología BIM implica que la producción de ésta se genere de manera colaborativa y unificada, usando herramientas digitales a través de una representación digital del activo a construir o construido en cualquiera de las fases de su ciclo de vida.

Finalmente, el objetivo de implementar BIM es gestionar de manera más eficiente y eficaz la información de los procesos de diseño, construcción y operación de un activo, fortaleciendo el control para la toma de decisiones.

1.1. ¿Qué es BIM?

Según el Grupo de Trabajo BIM de Colombia, BIM es un proceso colaborativo a través del cual se crea, comparte y usa información estandarizada en un entorno digital durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción.

2. OBJETIVO Y ALCANCE

2.1. Objetivo

El CONTRATISTA deberá realizar bajo la metodología BIM dentro del alcance del contrato y en cada una de las fases establecidas, la creación, elaboración, modelación, actualización, modificación o maduración de la representación digital del proyecto en 3D, gestionando la información gráfica y no gráfica que permita de forma interoperable y colaborativa en un espacio virtual (CDE), representar y extraer de él, la información necesaria para cumplir con los entregables y/o usos y/u obligaciones y/o requerimientos establecidos en los documentos del proceso.

2.2. Alcance

El CONTRATISTA deberá realizar bajo la metodología BIM de conformidad con los entregables y usos BIM definidos por la Entidad en el presente documento y que deberá detallarse por parte del grupo designado en el documento denominado Plan de Ejecución BIM (PEB o BEP por sus siglas en ingles).

Los requerimientos o solicitudes de información del modelo deben estar asociados a bases de datos u otros sistemas o plataformas, esto con el fin de garantizar los usos BIM exigidos con una total coordinación entre las diferentes especialidades para facilitar el correcto seguimiento y control durante la fase de construcción del proyecto.

El modelado del activo de infraestructura se deberá llevar a cabo mediante una plataforma BIM apta para este tipo de proyectos con flujo de trabajo colaborativo asincrónico o sincrónico en software especializado; todas las modelaciones anteriores por defecto deben ser compatibles y entregadas en formato nativo y formato abierto (IFC 4 u otro según necesidad) para generar los entregables y usos exigidos en las obligaciones del presente proceso, en donde se garantice una correcta interoperabilidad e intercambio de información dentro del proyecto y el flujo de la información dentro del CDE cumpliendo los estados de la información de la norma NTC-ISO-19650.

El desarrollo del componente BIM debe cumplir los requerimientos de información definidos por los volúmenes entregados conforme a cada una de las fases definidas para cada volumen.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

En el presente documento se hace referencia a términos y definiciones propias del proceso, cualquier otro termino o definición no detallada en el presente documento se regirá en su orden de prevalencia en primer lugar por la norma NTC-ISO-19650, Guía de estándares, métodos y procedimientos BIM del Ministerio de Vivienda y las guías BIM FORUM Colombia de Camacol respectivamente, ante cualquier duda o controversia adicional recibida formalmente, la entidad comunicara su decisión, siendo esta de obligatorio cumplimiento para la parte designada.

4. CONDICIONES BIM ENTRE EL INVIAS Y EL CONTRATISTA

4.1. Plan de Ejecución BIM (PEB o BEP sigla en inglés)

El Plan de Ejecución BIM (BEP) es un documento que establece los estándares, métodos y procedimientos de producción de a licitación, que debe ser generado y entregado por el CONTRATISTA, especificando estrategia, capacidades, competencias, acciones, recursos humanos y logísticos de medio necesarios para cumplir con las obligaciones y resultados definidos por el INVIAS.

Los medios para el cumplimiento de los requisitos acá exigidos son de entera responsabilidad del CONTRATISTA, y éste es el responsable de documentar y ejecutar sin excepción todas las acciones, recursos y logística necesaria para su cumplimiento, estén o no estén contenidas en este documento, ya que los requisitos establecidos son obligaciones de resultado que asume el CONTRATISTA adjudicatario.

Modelo de definición de estrategia y requisitos de la modelación BIM

Dentro de los quince (15) días hábiles siguientes al inicio del contrato debe estar presentado por parte del CONTRATISTA para aprobación de la Interventoría de acuerdo con el alcance establecido, El Plan de Ejecución BIM. Éste deberá indicar las exigencias del presente

documento y las contenidas en el proceso con los medios necesarios para cumplir con el resultado exigido de usos, entregables, nivel de información contenida en cada modelo y la regulación de la gestión de la información que se manejará en un entorno común de datos CDE.

El Plan de Ejecución BIM (BEP) abordará mínimo los siguientes aspectos, debiendo incluir aspectos adicionales a responsabilidad del CONTRATISTA y aprobadas por la interventoría y el supervisor designado del INVIAS, siempre y cuando sean necesarias para el cumplimiento de las obligaciones BIM establecidas:

CONTENIDO GENERAL MINIMO	CONTENIDO DETALLADO MINIMO
Plan de Ejecución BIM • Objetivo • Alcance • Control de Versiones Datos del Proyecto • Datos del Proyecto • Información General del Proyecto • Participantes del Proyecto • Roles, funciones y responsabilidades • Especialidades del Proyecto Modelos del Proyecto • Tipos de Modelo • Fases de ejecución • Usos BIM Gestión de la Información • CDE de trabajo • Flujo de trabajo colaborativo y permisos a la interventoría y parte que designa • Reuniones BIM • Procedimiento de Entrega	• Proyecto: Descripción del Proyecto • Cuadro de Control de versionamientos • Nivel(es) de Maduración, etapa(s) o fase(s) contratada(s) del proyecto • Participantes: Rol e información de Contacto de cada Participante del Proyecto junto con las responsabilidades a desempeñar. • Usos BIM establecidos en el anexo técnico BIM o en los documentos del proceso. • Matriz de segregación de modelos. • Modelos: Identificar qué Modelos serán creados por especialidad o componente, el propósito de cada Modelo y cual(es) Participante(s) de Proyecto es (son) responsables de crear, revisar y aprobar cada uno de ellos. • Área del Proyecto: las áreas o zonas del Proyecto a ser representadas en cada Modelo (esta(s) puede variar en el desarrollo de la obra, conociendo la dinámica de algunos componentes o especialidades especificas) • Nivel de madurez o definición de modelo (LODm): Se refiere a la calidad, cantidad, integralidad y granularidad de un modelo y sus componentes. Identifica a qué grado de maduración se debe desarrollar cada modelo dependiendo de las necesidades de la entidad. • Matriz de responsabilidades: Establece una matriz con el nivel de desarrollo de cada elemento según el Nivel de definición de modelo solicitado para cada hito. (Ejemplo: Responsibility Matrix, Model Element Author MEA, etc) " • Origen: es fundamental conservar siempre el mismo origen y coordenadas en cada modelo, así, cuando se haga la integración de estos en el modelo federado o integrado, todos se ubiquen en el mismo lugar.

CONTENIDO GENERAL MINIMO	CONTENIDO DETALLADO MINIMO
• Control de Calidad Cronograma BIM • Cronograma de entregables BIM	• Nivel de desarrollo del elemento (LODe): Se refiere a la calidad, integralidad y granularidad de un elemento. En términos de geometría, información y documentación vinculada. Se determina de conformidad con el estándar de información seleccionado y aprobado por el INVIAS, volúmenes técnicos y al alcance del contrato primando este último." • Nivel de Información Alfanumérica: se define como una escala de las propiedades requeridas de información alfanumérica (Data) contenido en el elemento/modelo/proyecto. Se refiere al contenido de información incluido en el elemento o elementos del modelo como materialidad, proveedor, localización, especialidad a la que pertenece, código relacionado con la base de datos de precios, código relacionado con la programación estimada del proyecto, información de propiedades del elemento, información de composición del elemento, fuente de información acreditada, ítem contractual o cualquier otra que se requiera dependiendo de las necesidades de la entidad. (No Geométrica o No Grafica). (Ejemplo: (LOI) Level Of Information, (NDI) Nivel de información) • Nivel de información geométrica: se refiere a la complejidad y calidad de la información geométrica (Detalle) incluida en el elemento cumpliendo características de representación gráfica, exactitud y comportamiento paramétrico. (Ejemplo: Nivel de Detalle (LOD), Nivel de información geométrica (LOG)) • Nivel de información documental vinculada: se refiere a la calidad, granularidad, propósito de documentación gráfica y no grafica vinculada al modelo, o elemento. (Ejemplo: Nivel de información documental Vinculada (LoiL), (LOV) etc)) • Unidades: establecer el sistema de unidades de trabajo. • Niveles y ejes: es fundamental considerar estos elementos como constantes en todos los modelos; a raíz de esto es necesario definir los niveles de geometría como los únicos niveles a los cuales se van a asociar todos los elementos de modelo; de esta manera se podrán realizar análisis de colisiones y cantidades de obra discriminados por segmentos o niveles. • Tipos de Archivos: formatos de archivo a ser usados. • Interoperabilidad: "Capacidad de un producto o sistema para trabajar con otros productos o sistemas, [...] existentes o futuros, sin restricción de acceso o implementación" • Referencias: los modelos del proyecto deben estar presentes a manera de links durante el modelado de cada especialidad o componente, con el fin de minimizar al máximo inconsistencias y colisiones entre ellos

CONTENIDO GENERAL MINIMO	CONTENIDO DETALLADO MINIMO
	• Flujos de trabajo de información: uso de BIM para el proceso de solicitudes de información (RFIs), incluyendo el protocolo de respuesta, los tiempos establecidos, y cómo se incorporan las mismas en relación con el Modelo. • Protocolo de gestión documental: control de cambios y versiones para llevar trazabilidad del proyecto. • Archivos de trabajo: son de mucha ayuda ya que sirven de exploración al diseño, evaluando diferentes alternativas de los modelos. Es posible insertar archivos de referencias externas, que facilitan la comprensión del proyecto y sus espacios; de igual manera, dentro de los mismos es posible modelar ensambles aislados representando las diferentes opciones para solucionar puntos problema. • Archivos definitivos: son aquellos que serán entregados para la coordinación BIM, dichos modelos deberán estar limpios de archivos externos, sólo deben contener los elementos correspondientes a cada diseñador. • Conexiones: este punto va dirigido especialmente para los diseñadores y modeladores de las redes; es necesario que las redes estén siempre conectadas, no sólo gráficamente, sino también analíticamente (usar conectores MEP), para evitar colisiones obvias en el reporte de colisiones general. • Elementos asociados a muros, pisos y cielos: existen algunos elementos que necesitan un 'Host' para poder ubicarse en el modelo, como lo son las terminales eléctricas, luminarias, aparatos sanitarios, etc. Para esto no es necesario crear muros pequeños y asociar el elemento, ya que, si los modelos arquitectónicos y estructurales están como links dentro del modelo, dichos elementos se pueden asociar a los muros, pisos y cielos del link. • Equipos especiales: los equipos especiales que no se encuentren en las librerías, pueden ser modelados en las plantillas de elementos respectiva o simplemente modelados y cargados desde otro software o páginas WEB. Lo importante es que dicho equipo tenga los conectores MEP e información con sus propiedades gráficas y no gráficas e incorporarles el nivel geométrico, nivel de información y nivel de documentación vinculada, especificado para ese tipo de elemento o proyecto. • Tipos de redes: con miras a una discriminación mayor en cuanto a tipos de redes y sus cantidades de obra, es necesario diferenciar por tipo el sistema modelado; es decir, crear un tipo y una configuración para red de suministro, red sanitaria, red matriz, otra para aguas lluvias, etc. • Cronograma de trabajo: un cronograma que establezca las reuniones entre los Participantes del Proyecto relacionadas con BIM

CONTENIDO GENERAL MINIMO	CONTENIDO DETALLADO MINIMO
	durante el desarrollo del proyecto. Esto incluye la detección y coordinación de interferencias. Se deberán establecer los hitos de intercambio de cada Modelo, teniendo en cuenta el proceso de gestión del versionamientos. (mínimo el comité BIM se debe reunir cada dos semanas). • Publicación de modelos: Definición de qué Modelo o Modelos constituirán los Modelos Publicados del Proyecto. • Procedimientos de Entrega: procedimientos y protocolos para la entrega, y para la aprobación de los Modelos incluyendo el sellado digital, para determinar un Modelo como Modelo Publicado, y para la acción a llevar a cabo en una solicitud de aprobación. • Los modelos federados o integrados deben estar actualizados mínimo una vez al mes durante todo el desarrollo del contrato.

Además de los puntos anteriores, se debe cumplir con los hitos o tiempos de entrega establecidos contractualmente de los entregables o información de control requerida.

El CONTRATISTA es responsable del diseño y coordinación integral de todo el proyecto con cada uno de los sistemas modelados independientemente para cada disciplina de diseño, reduciendo problemas entre la integración de los sistemas y el software.

El CONTRATISTA es responsable de la modelación del proyecto en preliminares o preconstrucción de los ajustes o acciones que corrijan o diseños faltantes que complementen los diseños base de la entidad que presenta en el presente proceso, y que permitan la modelación total de todos los componentes del proyecto y de entregar un modelo coordinado previo al inicio de la fase de construcción.

El CONTRATISTA es responsable de la calidad de los diseños previo al inicio de la construcción del proyecto. La modelación BIM del proyecto por parte del CONTRATISTA de este proceso deberá asegurar que la calidad de cada uno de los modelos funciona en forma bidireccional, es decir, los diseñadores se retroalimentan de la información modelada del proyecto y atenderán los ajustes/rediseños/o rediseños totales que se deban realizar sobre los inconvenientes encontrados en los diferentes modelos o que se requieran para su completitud.

El BEP que debe presentar el CONTRATISTA adjudicatario del presente proceso debe detallar todas las pautas de modelado BIM y todas las acciones, responsables y medios necesarios para todos los componentes de diseño y construcción incluidos en el alcance del proceso y su maduración, especificar que es su obligación producirlos de manera integral para la Entidad en el proyecto y que serán la única fuente de información durante su construcción

Los documentos del proceso y su contenido definen los alcances, tiempos de ejecución y entregables del proyecto.

Se sugiere utilizar la Plantilla BEP del BIM Forum Colombia.

4.1.1. Objetivo

Establece los lineamientos BIM del proyecto de acuerdo con las fases y subfases del contrato, sus entregables y la gestión de la información requerida.

4.1.2. Alcance

Establece el alcance BIM del proyecto de acuerdo con las obligaciones establecidas en este y demás documentos del proceso de manera integral.

4.1.3. Control de Versiones

Establece desde la versión inicial, fecha, responsable y descripción de la creación o modificación del documento BEP.

4.1.4. Control de Versiones

El INVIAS establece la especificación o condiciones mínimas de los requisitos, obligaciones, tiempos de entrega y condiciones de recibo para el resultado exigido.

El CONTRATISTA deberá cumplir con las condiciones y asignaciones que reflejará en el Plan o Planes de ejecución BIM indicando todas las acciones de medio incluidas o no incluidas por el INVIAS, siempre y cuando se requieran para cumplir con las obligaciones establecidas o asignadas en el contrato, las cuales se entienden como obligaciones de resultado.

Las obligaciones de resultado del proceso obligan al CONTRATISTA que con la remuneración pactada desde el inicio del proceso de selección debe cumplir y disponer de todos los recursos materiales, humanos y logísticos para el cumplimiento de las obligaciones del proceso bajo su entera responsabilidad. Esto en el entendido que analizo en su experticia el proceso y acepta las condiciones dentro del costo establecido.

4.2. Datos del Proyecto

Establece la información del proyecto

4.2.1. Información General del Proyecto

Establece la información general del proyecto.

4.2.2. Participantes del Proyecto

Establece los participantes del proyecto y sus datos de origen como empresa, cargo, correo, teléfono entre otros.

4.2.3. Roles, funciones y responsabilidades del Proyecto

Establece el rol, funciones y responsabilidades de los participantes del proyecto, las cuales deben contener la información necesaria para cumplir con los entregables del contrato, este o no este en el presente documento.

4.2.3.1. Contratista y Gestor o Responsable BIM

El CONTRATISTA a través del coordinador BIM deberá garantizar la calidad respecto de la totalidad de la información gestionada y frente al modelo federado y al flujo de la información, cumplirá con las siguientes funciones:

• Garantizar el cumplimiento de las obligaciones del Contrato respecto de los aspectos y procesos BIM.

• Designar un coordinador BIM y demás perfiles BIM que coordine el cumplimiento de las responsabilidades y obligaciones del CONTRATISTA o parte designada en el presente proceso.

• Modelar el proyecto de manera integral cumpliendo con los requisitos exigidos en el presente proceso.

• Gestionar y revisar el modelo en fases de diseño y ajustarlo a la fase de construcción validando su correcta maduración.

• Establecer de acuerdo a los usos exigidos los flujos para gestionar la coordinación, revisión de diseño, detección de colisiones presentando los informes periódicos con la identificación, clasificación y solución de incidencias encontradas entre las diferentes especialidades.

• Garantizar la interoperabilidad de los modelos, plataformas y programas para la aplicación en tiempo real de los diferentes usos y obligaciones establecidas

• Coordinar/elaborar y garantizar la correcta elaboración y cumplimiento del BEP

• Asignar, eliminar y modificar los permisos de acceso a la información de los usuarios.

• Aplicar controles de acceso a los usuarios, de tal manera que los usuarios autorizados del Modelo puedan acceder únicamente a la información a la que estén autorizados.

• Establecer y mantener medidas de encriptación para el almacenamiento y transmisión de la información.

• Mantener la trazabilidad de los intercambios de Modelos, de acuerdo con lo estipulado en el Plan de Ejecución BIM o en el presente proceso.

• Respaldar y restaurar la información.

• Verificar el buen funcionamiento del sistema de intercambio de información.

• Transferir sin excepciones a su sucesor como Coordinador BIM, tantas veces como sea ordenado por el Propietario, toda la propiedad e información tangible e intangible que esté en su posesión, custodia o control derivado de sus funciones como Coordinador BIM.

• Proveer instrucciones de acceso y requerimientos del sistema a los usuarios autorizados.

• Asistir y responder las solicitudes de los usuarios autorizados en lo referente al acceso.

• Garantizar la modelación o actualización periódica del proyecto del o los modelos necesarios para cumplir con el objeto del proyecto.

• Asegurar la calidad del proceso de coordinación.

• El CONTRATISTA tiene la potestad de elegir el mecanismo para la transmisión de los datos cumpliendo con los requerimientos de la NTC ISO 19650-1.

• Garantizar que los modelos, así como los usos y entregables del proyecto se obtengan del modelo de manera interoperable

• Garantizar la generación y extracción de las cantidades de obra o hitos del modelo para alimentar las actas de pago establecidas en la normatividad y manuales del INVIAS, estableciendo el procedimiento correspondiente.

• Asesorar, dar lineamientos y generar procedimientos o flujos de información al equipo de obra y/o equipo BIM (si es del caso) para recibir la data de la forma más eficiente con el fin de cumplir con los tiempos y requisitos acá exigidos.

• Contar con la logística, estructura y personal idóneo para ejecutar, supervisar y controlar la aplicación de los procesos y metodología BIM en el proyecto,

• Desempeñar cualquier otra responsabilidad o función que sea requerida en el Plan de Ejecución BIM, que este contenida en el presente documento o aquellas que, aunque no se encuentren incluidas en el presente documento, sean necesarias para cumplir con las obligaciones establecidas en este proceso de selección.

4.2.4. Especialidades o Componentes del Proyecto según el Contrato celebrado.

Establece de acuerdo con las obligaciones del contrato las especialidades y componentes del proyecto que serán modeladas, en este caso la totalidad de componentes técnicos y ambientales serán modelados o producidos por el modelo o modelos realizados.

4.3. Modelos del Proyecto

Establece los modelos a realizar de acuerdo con el alcance del contrato de modelar todas las especialidades técnicas y ambientales del contrato y en el LOD o alcance definido en el contrato.

4.3.1. Tipos de Modelo

Establece los tipos de modelos necesarios para cumplir con el objeto del contrato, entre otros, coordenadas, segregados, federados, integrados, por especialidades, de trabajo, etc.

4.3.1.1. CONSOLIDACION DE MODELOS BIM

La consolidación de los modelos BIM se puede generar a través de las siguientes formas.

4.3.1.1.1. MODELO SEGREGADO O INDIVIDUAL

Modelo de información integrara tanto la información de geometría como la meta data, se podrán vincular modelos de referencia.

4.3.1.1.2. MODELO BIM FEDERADO

Modelo BIM que enlaza varios modelos Individuales/Segregados sin fusionar sus datos. La geometría y la información que se gestiona proviene de los modelos vinculados.

4.3.1.1.3. MODELO BIM INTEGRADO

Modelo Integrado fusiona todas las propiedades de los modelos Individuales/Segregados en una única base de datos

4.3.1.2. ORGANIZACIÓN DE LOS MODELOS BIM

El correcto flujo de la información requiere cumplir una estandarización que permita garantizar la ubicación y disponibilidad de la información de manera más eficiente. El estándar se enfoca en los siguientes aspectos:

El CONTRATISTA deberá solicitar al INVIAS con apoyo de la INTERVENTORÍA del proyecto los lineamientos vigentes e incorporarlos en el BEP de carácter obligatorio.

• Estructuración de Modelos.

• Nomenclaturas y Codificación

• Sistemas de Clasificación.

• Estructura de Carpetas.

4.3.1.2.1. Estructuración de Modelos BIM

El INVIAS con apoyo de la INTERVENTORÍA del proyecto deberá establecer los siguientes requerimientos:

• Unidades de los Modelos.

• Coordenadas que se usarán para todos los modelos.

• Número de modelos para las especialidades y carpetas gráficas y no gráficas con los requerimientos del proyecto.

• Nivel de Precisión

• Faceting Factor (1).

• Tipos de Colisión (Dura, media y suave).

4.3.1.2.2. Nomenclaturas y Codificación

El INVIAS con apoyo de la INTERVENTORÍA del proyecto recomienda la utilización de lo descrito en la NTC- ISO 19650 y los lineamientos de BuildingSmart (https://www.buildingsmart.es/recursos/nomenclatura-documentos-bim/) para el desarrollo del proyecto.

• Nombres de Archivos y carpetas.

• Códigos de tipo de documento.

• Códigos de Colores por disciplinas: se sugiere la utilización de los definidos por la U.S. General Services Administration (GSA).

4.3.1.2.3. Sistemas de Clasificación

Los sistemas de clasificación deberán cumplir con la normativa NTC-ISO 12006-2. Se recomienda solicitar Omniclass o Uniclass para clasificación de cada elementos y sus componentes de información.

4.3.1.3. DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL DE LOS MODELOS

• El CONTRATISTA garantiza al INVIAS que la propiedad de los modelos es del INVIAS, y, (1) el instituto es el propietario de todos los derechos de las Contribuciones que hace al modelo, o (2) está licenciada o se encuentra autorizada por el titular de los derechos de esa Contribución, para realizar aportes al modelo bajo los términos del presente documento, así como del Plan de Ejecución BIM.

• El INVIAS será dueño de las contribuciones de los CONTRATISTAs y podrá dar uso de la información o imágenes extraídas del modelo.

• El derecho del INVIAS a usar el Modelo Compartido, Publicado o revisado podrá darse en cualquier momento de la ejecución del Proyecto y el CONTRATISTA acepta esta condición con la firma del contrato.

• A menos que sea limitado aquí o expresamente por términos de limitación de licencia en el Contrato, la licencia no exclusiva concedida en el presente Anexo BIM se mantendrá en vigor en tanto sea permitido por la Ley. Así mismo, después de la finalización del Proyecto, la licencia no exclusiva estará limitada a guardar una copia de archivo de las Contribuciones relacionadas al Proyecto.

4.3.2. Fases del Proyecto Por Modelar o Actualizar

Establece las fases o subfases del proyecto que deben incluirse en el BEP del proyecto.

4.3.3. Usos BIM

Establece los usos exigidos en el presente documento para el proyecto y cada una de sus fases de los objetivos BIM del proceso, así:

Los Usos BIM corresponden a los objetivos esperados por el INVIAS para cumplir con los objetivos o requerimientos en cada una de las fases o etapas del proyecto, el CONTRATISTA deberá aclarar el alcance técnico, entregables, y documento técnico de referencia para cada uno de los usos aplicados al proyecto según la fase definida en cada uno de los volúmenes.

4.3.3.1. Requerimientos mínimos obligatorios y opcionales de usos BIM de acuerdo con las fases establecidas en el contrato y al esquema de traslado de riesgo de diseño contratado, así:

USO BIM	PREFACTIBILIDAD (FASE 1)	FACTIBILIDAD (FASE 2)	ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS (FASE 3)	CONSTRUCCION
MODELADO DE CONDICIONES EXISTENTES	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
MODELADO DE DISEÑOS EXISTENTES	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
ANÁLISIS DE SITIO	Obligatorio	Obligatorio		
AUTORIA DE DISEÑO	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
COORDINACIÓN 3D	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
REVISIÓN DE DISEÑO	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio

USO BIM	PREFACTIBILIDAD (FASE 1)	FACTIBILIDAD (FASE 2)	ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS (FASE 3)	CONSTRUCCION
ESTIMACIÓN DE CANTIDADES Y PPTO	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
PLANEACIÓN DE FASES	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
PLANIFICACIÓN DE USO DE SITIO				Obligatorio
DISEÑO DE SISTEMAS DE CONSTRUCCION				Opcional
FABRICACIÓN DIGITAL				Opcional
CONTROL DE OBRA				Obligatorio
MODELADO RECORD				Obligatorio
GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DE ESPACIO				
PLANEACIÓN DE DESASTRES				
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO				
GESTIÓN DE ACTIVOS				
ANÁLISIS OTROS SISTEMAS DE INGENIERIA			Opcional	Opcional
SIMULACIÓN PERSONAS/VEHICULOS	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional

USO BIM	PREFACTIBILIDAD (FASE 1)	FACTIBILIDAD (FASE 2)	ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS (FASE 3)	CONSTRUCCION
SUSTENTABILIDAD	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional
REALIDAD AUMENTADA Y VIRTUAL	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional

Obligatorio	**Uso opcional adicional a criterio de la Parte Designada**
Opcional	**Uso mínimo que se debe incluir en el protocolo del contrato**

La definición de los usos se encuentra contenida en la Guía 09 de Usos del BIM Fórum Colombia, denominada Fichas de Usos BIM, Camacol. Los usos no definidos en la guía anteriormente mencionada deberán ser definidos en acuerdo con la interventoría del proyecto.

La modelación de diseños existentes corresponde a la obligación del CONTRATISTA o parte designada de modelar 3D los diseños base de la entidad que se encuentran en 2D o CAD.

4.3.3.2. Niveles de Desarrollo del Modelo (LODm)

El INVIAS define los niveles de desarrollo de la información o nivel de precisión de los datos geométricos o no geométricos que deben estar contenidos en las entidades de los modelos de conformidad con el alcance definido en cada fase.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizará la sigla LODm para definir el nivel de desarrollo de modelo.

Nota: En el BEP deberá definir diferentes niveles de desarrollo de algunos elementos o especialidades, de acuerdo con los requerimientos de la Entidad.

4.3.3.2.1. Información Inicial General - LODm 100

Información inicial estimada que puede ser indicativa no geométrica con símbolos o representaciones genéricas o geométrica acerca del área altura volumen localización y orientación de los elementos generales.

4.3.3.2.2. Información de Ingeniería Conceptual o Arquitectura Esquemática - LODm 200

Información geométrica acerca del área altura volumen localización y orientación de los elementos generales en su entorno o espacio, especificando genéricamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación en el modelo 3D. Puede incluir información no geométrica. Debe considerarse como información aproximada con nivel de precisión medio.

4.3.3.2.3. Información de Ingeniería Básica o Arquitectura de Anteproyecto – LODm 300

Información geométrica acerca del área altura volumen localización y orientación de los elementos en su entorno o espacio, especificando cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto de todas las especialidades. Debe incluir información no gráfica que amplíe las especificaciones. Debe considerarse como información aproximada con nivel de precisión medio alto

4.3.3.2.4. Información de Ingeniería de Detalle o Arquitectura de Proyecto Arquitectónico Coordinada – LODm 350

Información geométrica acerca del área altura volumen localización y orientación de los elementos en su entorno o espacio, especificando detalladamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto de todas las especialidades. Debe incluir información no gráfica que amplíe las especificaciones. Debe considerarse como información detallada con nivel de precisión alto.

Es el nivel en el que debe estar perfectamente coordinado cada una de las especialidades del proyecto.

En este nivel los elementos se representan gráficamente en el modelo como un sistema específico e irrepetible, los objetos o montajes se especifican en términos de calidad, forma, ubicación y orientación; es indispensable que los elementos contengan información no gráfica como material, nombre y especificación (en español) y, en caso de requerirse un mayor nivel de detalle, URLs con archivos anexos.

4.3.3.2.5. Información de Ingeniería de Detalle o Arquitectura de Proyecto Arquitectónico para fabricación y montaje - LODm 400

Información geométrica acerca del área, altura, volumen, localización y orientación de los elementos en su entorno o espacio, especificando detalladamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto de todas las especialidades. Debe incluir información no gráfica que amplíe las especificaciones. Debe considerarse como información detallada con nivel de precisión alto.

Es el nivel en el que se presenta la información detallada de fabricación o montaje considerando su conexión con los demás elementos.

4.3.3.2.6. Información As-built del Proyecto y Puesta en Marcha - LODm 500

Información geométrica acerca del área, altura, volumen, localización y orientación de los elementos en su entorno o espacio, especificando detalladamente lo construido en cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto de todas las especialidades. Debe incluir información no gráfica que refleje las especificaciones. Debe considerarse como información detallada con nivel de precisión exacto y con la información de la puesta en marcha de los elementos o activos construidos e instalados.

También se indica la necesidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento. Se verifica la información de este nivel en relación al proceso constructivo finalizado (“as built”) y no es aplicable a todos los elementos del proyecto. El criterio válido será definido por la propiedad y las normativas correspondientes.

Según el estándar de información seleccionado, el LOD 500 deberá contener la información (LOI) Récord o construidos (as-built) en los elementos contenidos en el modelo, la geometría de los elementos construidos se debe actualizar manteniendo el LOD requerido.

De acuerdo a lo anterior, el modelo deberá contener como mínimo lo siguiente:

• Visualización de los diseños con la modelación BIM.

• Volumetrías generales del proyecto, con el fin de comprobar que la volumetría diseñada cumple las expectativas de diseño arquitectónico y las necesidades estipuladas en el alcance de la ficha técnica.

• Volumetrías detalladas del proyecto como plantas, secciones, etc.

• Planimetría de acuerdo a la fase del proyecto solicitado.

• Clasificar los elementos dentro de cada subsistema y utilizar filtros para representaciones de color de los diferentes sistemas.

La visualización final del proyecto deberá permitir la verificación de texturas de los materiales, y los sistemas modelados.

El modelado deberá incluir todos los parámetros de información requeridos por cada una de los volúmenes en cada una de sus fases.

4.4. Gestión de la Información

El contratista deberá proponer el proceso de gestión de información siguiendo los requerimientos de la NTC-ISO 19650-1 parágrafo 11, mediante la definición del Nivel de requerimiento de información, proceso de control de calidad y flujo y utilización de ambiente común de datos (CDE) para cada una de las entregas de información.

4.4.1. Entorno Común de Datos (CDE)

El CDE permite centralizar la información del proyecto en una fuente única para gestionarla a través de un proceso estandarizado y facilita dentro de un sistema de gestión documental transferir documentos del activo durante su fase de entrega y hasta el cumplimiento de esta.

Se debe seguir en lo aplicable las directrices establecidas en la norma NTC-ISO 19650-1:2021.

4.4.2. Flujo de Trabajo Colaborativo en el CDE

El CONTRATISTA durante la ejecución del contrato deberá generar y proveer el flujo de la información en un entorno común de datos (CDE) con visualizador y colaborativo para la gestión de la información gráfica (representación gráfica 3D) y no gráfica de los activos objeto del proceso durante el ciclo de vida o fase contratada en la escala y complejidad definida por el INVIAS, de manera que cumpla con las obligaciones de resultado descritas dentro del alcance del contrato y los documentos del proceso, incluyendo a la interventoría y a la Entidad.

El flujo de la información del proyecto debe enmarcarse en los estados, contenedores y procesos de aprobación de la información establecidos en la norma NTC-ISO-19650 y cumpliendo el flujo de aprobación establecidos en el contrato y en los manuales de la Entidad e incluir la información administrativa como actas, informes y soportes del proyecto.

4.4.3. Trabajo colaborativo

El INVIAS para el trabajo colaborativo requiere que los actores involucrados (Constructor/Consultor/Interventoría/terceros/demás responsables) generen la información de forma coordinada y estandarizada mediante flujos que garanticen la calidad en todos los aspectos y fines contratados o designados en el proceso.

Debido a que el intercambio de la información es parte fundamental para la modelación bajo la metodología BIM, la parte designada establecerá el flujo en el que participe el o los profesionales BIM de la interventoría y la Entidad en donde se evidencie la eficiencia en los métodos de intercambio de información, uso de la información generada (modelación inicial, modelación en progreso y modelación final coordinada).

4.4.4. Reuniones BIM

Las reuniones del proyecto para el seguimiento se deben realizar según lo indicado en el proceso o Manual de Interventoría y Supervisión, o documento equivalente vigente, en el caso que no esté regulado su frecuencia será quincenal.

4.4.5. Procedimiento de Entrega

Se deberán realizar entregas parciales de las obligaciones y usos establecidos, según la periodicidad determinada (se indica en este documento que la periodicidad mínima establecida es mensual) cumpliendo las validaciones y procedimientos del Manual de Interventoría y supervisión o su documento equivalente.

A menos que sea acordado en el Plan de Ejecución BIM, las tolerancias en las dimensiones definidas para los Entregables Contractuales en el Contrato aplicarán a las dimensiones en el

Modelo en coherencia con las especificaciones y entregables establecidos en los documentos del proceso.

En el caso de una inconsistencia técnica entre el presente anexo técnico BIM y el Contrato, respecto al Plan de Ejecución BIM, el presente Anexo tomará prioridad.

Nada en el presente Anexo eximirá al CONTRATISTA de su obligación, ni disminuirá su rol definido en el alcance Contrato.

El protocolo aquí desarrollado es de estricto y obligatorio cumplimiento y debe ser socializado al momento de su entrega dentro de los plazos pactados.

4.4.6. Control de Calidad por parte de la parte designada y la Interventoría o supervisión del proyecto.

Los puntos de control que se tendrán durante la modelación de los diseños o de la construcción a través de la metodología será de conformidad con las obligaciones establecidas en el contrato o asignación por fase y la periodicidad establecida.

Todos los diseños modelados, familias y objetos usados en la modelación deberán ser de libre acceso para el INVIAS y la interventoría y permanecer en el CDE dentro de la estructura de carpetas entregados para la correcta lectura del modelo.

Se generará por parte de la interventoría un informe semanal de avance del modelado a medida que se avanza en los diseños o en la construcción, en el informe semanal y mensual se debe indicar las incidencias encontradas, solucionadas o el avance de la obra extraído del modelo, y valorado económicamente a los precios del contrato, el cual debe reflejar el avance real de obra y mostrar un seguimiento o estadística periódica de estos aspectos. Para esto el CONTRATISTA deberá generar los permisos y flujos necesarios para el cumplimiento de esta obligación dando acceso a la información y remitiendo los insumos necesarios para su trazabilidad.

Los modelos deberán ser actualizados de acuerdo con los ajustes realizados a través de las reuniones del comité BIM o con la periodicidad exigida, En el comité inicial del proyecto se definirá la periodicidad de las reuniones (mínimos semanales) y deben contener avances del modelo, así como las directrices para el cierre del proyecto y sus entregables finales cumpliendo la guía de entregables digitales establecidos por el INVIAS.

4.5. Cronograma BIM

El CONTRATISTA deberá presentar en este documento el Plan maestro de entrega de información, conforme a lo establecido por la ISO 19650.

4.6. Piezas de comunicaciones

En caso de ser requerido por el INVIAS el CONTRATISTA deberá entregar:

• Infografía según requerimientos y plantillas entregadas por el INVIAS.

• Presentación solicitadas según requerimientos y plantillas entregadas por el INVIAS.

• Imágenes y videos según requerimientos y plantillas entregadas por el INVIAS.