**REPUBLICA DE COLOMBIA**

**MINISTERIO DE TRANSPORTE**

**INSTITUTO NACIONAL DE VIAS**

# MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA PATICO - CANDELARIA, RUTA 2401, EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

**SA-MC-DEO-SGI-018-2025**

## APENDICE B

## ESPECIFICACIONES Y NORMAS TECNICAS

**CONTRATO DE OBRA PÚBLICA**

**MODALIDAD PRECIOS UNITARIOS**

**Bogotá, D. C., agosto de 2025**

## TABLA DE CONTENIDO

**1. INTRODUCCIÓN. ..... 3**

**1.1 CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO ..... 4**

**1.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL PARA PUENTES Y VIADUCTOS VEHICULARES ..... 4**

**1.3 SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL ..... 5**

**1.4 OTRA NORMATIVIDAD Y ACTOS APLICABLES ..... 5**

**1.5 ESPECIFICACIONES PARTICULARES ..... 8**

## 1. INTRODUCCIÓN.

En este documento se describe de una manera clara y ordenada los requisitos mínimos que el Contratista debe seguir para el cumplimiento de los Alcances del Proyecto, las Especificaciones y Normas Técnicas Generales para Carreteras, las normas de Ensayo de Materiales y las normas y Manuales de Diseño Geométrico, Estructural y de Pavimentos; las cuales enmarcan los procedimientos, parámetros, la selección objetiva de criterios, la calidad y en general todas las definiciones de tipo técnico en las diferentes etapas del contrato que permitan y describan cómo debe hacer el contratista para cumplir con el Alcance del Proyecto de acuerdo con los lineamientos que requiere la entidad, las cuales se indican en el presente Apéndice.

Lo anterior, sin perjuicio de cumplir con todos los documentos que hagan parte integral del pliego de condiciones.

Las obligaciones para las actividades de diseño se enmarcan en las siguientes Especificaciones y Normas Técnicas Generales:

- **MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO PARA CARRETERAS**, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 04 de marzo de 2009 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

- **MANUAL DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES SEGUNDA VERSION** adoptado mediante Resolución No. 005864 del 12 de noviembre de 1998 del **INSTITUTO NACIONAL DE VIAS.**

- **GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS,** adoptada mediante Resolución No.000743 del 4 de marzo de 2009 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

- **AASHTO. "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES 1993**" American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.

- **PCA. "THICKNESS DESIGN FOR CONCRETE HIGHWAYS AND STREET PAVEMENTS**". Portland Cement Association 1984.

- **"DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIEMIENTO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO".** Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC. 2004

- **MANUAL DE RECICLAJE DE PAVIMENTOS CON CEMENTO.** Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC 2002

- **MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VIAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO.** Resoluciones No. 000803 del 6 de marzo de 2009 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

- **MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VIAS CON BAJOS VOLUMENES DE TRANSITO.** Resolución No. 003482 del 29 de agosto de 2009 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

- **MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS.** Resolución No. 000024 del 07 de enero de 2011 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE**.

- **MANUAL PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS PARA CARRETERAS.** Resolución No. 0001049 del 11 de abril de 2013 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

## 1.1 CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las obligaciones para las actividades de construcción y mantenimiento se enmarcan en las siguientes Especificaciones y Normas Técnicas Generales:

- **ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS** adoptadas mediante Resolución No. 20223040024785 del 6 de Mayo de 2022 No. 001524 del 6 de mayo de 2022 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE** y mediante la Resolución No. 4561 del 29 de noviembre de 2022 del **INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS**. Además de los documentos que las actualicen, modifiquen o aumenten.

- **NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS**, adoptadas mediante Resolución No. 001375 del 26 de mayo de 2014 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.** Además de los documentos que las actualicen, modifiquen o aumenten.

- **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIEMIENTO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO".** Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC. 2004.

- **MANUAL DE RECICLAJE DE PAVIMENTOS CON CEMENTO.** Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC. 2002.

- **MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.** Ministerio de Transporte – Instituto Nacional de Vías. 2006.

## 1.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL PARA PUENTES Y VIADUCTOS VEHICULARES.

Las obligaciones para las actividades de diseño y construcción de puentes se enmarcan en las siguientes Especificaciones y Normas Técnicas Generales:

**NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES – LRF –CCP14,** adoptada mediante Resolución No.0000180 del 26 de enero de 2015 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

**NORMA SISMORRESISTENTE NSR-10,** contenida en el decreto 926 de 2010 de marzo de 2010, por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10.

## 1.3 SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

La definición del alcance de las actividades de Señalización y Seguridad Vial, así como sus condiciones generales de ejecución en el marco del contrato se encuentra definidas en el Apéndice A y en el Manual de Gestión Vial Integral.

## 1.4 OTRA NORMATIVIDAD Y ACTOS APLICABLES

Además de los requisitos anteriores, el contratista en desarrollo de las etapas de iniciación, construcción, operación y mantenimiento deberá cumplir entre otras con las disposiciones de las normas y actos administrativos que se relacionan con ingeniería para carreteras.

- Ley 80 de 1993, por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública.

- Ley 1150 de 2007, por la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan disposiciones generales sobre la contratación con recursos públicos.

- Ley 1882 de 2018, Decreto 1082 de 2015 y el Decreto 392 de 2018.

- Ley 146 de 1963, por la cual se ordena a la Nación, Departamentos y Ferrocarriles Nacionales, la construcción de unas obras y se reglamenta la futura construcción de carreteras y líneas férreas.

- 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.” y sus Decretos reglamentarios.

- Ley 105 de 1993 - Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte y sus Normas reglamentarias.

- Ley 361 de 1997 “Por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación y se dictan otras disposiciones”

- Ley 590 de 2000: Por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresa.

- Ley 418 de 1997, Ley 548 de 1999, Ley 782 de 2002 y Decreto 128 de 2003, reglamentario de la Ley 418 de 1997, por las cuales se consagran unos instrumentos para la búsqueda de la convivencia, la eficacia de la justicia y en materia de reincorporación a la sociedad civil.

- Ley 685 de 2001. - Por el cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones y sus Normas reglamentarias.

- Ley 716 de 2001. - Por la cual se expiden normas para el saneamiento de la información contable en el sector público y se dictan otras disposiciones en materia tributaria.

- Ley 734 de 2002. - Por la cual se expide el Código Disciplinario Único.

- Ley 769 de 2002. Código Nacional de Tránsito y sus Normas reglamentarias.

- Ley 789 de 2002. - Por la cual se dictan normas para apoyar el empleo y ampliar la protección social y se modifican algunos artículos del Código Sustantivo del Trabajo.

- Ley 816 de 2003. - Por medio de la cual se apoya la Industria Nacional a través de la Contratación Pública.

- Ley 828 de 2003. - Por la cual se expiden normas para el control de la evasión del Sistema de Seguridad Social.

- Ley 842 de 2003 “Por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el código de ética profesional y se dictan otras disposiciones.”

- Ley 850 de 2003. - Por la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas.

- Ley 905 de 2004, Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo del micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones.

- Decreto 1075 de 1954 – Artículo Sexto, por el cual se dictan algunas disposiciones relacionadas con el ramo de ferrocarriles.

- Decreto 066 de 2008 “Por el cual se reglamenta parcialmente la ley 1150 de 2007 sobre las modalidades de selección, publicidad y selección objetiva, y se dictan otras disposiciones.”

- Resolución No. 007001 del 18 de noviembre de 1997, emanada de la Dirección General del Instituto, por medio de la cual se establecen los porcentajes mínimos y su vigencia en las garantías de los contratos que celebre el Instituto.

- Resolución No. 001101 del 3 de abril de 2003, emanada de la Dirección General del Instituto, por la cual se adopta el Manual de Gerencias Técnicas Comunitarias como norma para el desarrollo de las veedurías técnicas ejercidas en los proyectos a cargo del Instituto Nacional de Vías.

- Resolución No. 005282 del 18 de diciembre de 2003, emanada del Instituto Nacional de Vías, por la cual se adopta el Manual de Interventoría en el Instituto Nacional de Vías.

- Resolución No. 00063 de 2003 "Por la cual se fija el procedimiento para el trámite y otorgamiento de permisos para la ocupación temporal mediante la construcción de accesos, de tuberías, redes de servicios públicos, canalizaciones, obras destinadas a la seguridad vial, traslado de postes, cruce de redes eléctricas de alta, media o baja tensión, en la infraestructura vial nacional de carreteras concesionadas".

- Resolución No. 03662 del 13 de agosto de 2007, emanada del Instituto Nacional de Vías, por medio de la cual se establecen las sanciones y se señalan las causales y cuantías para hacer efectiva la Cláusula de Multas en los contratos celebrados por el Instituto Nacional de Vías.

- Resolución No. 004344 del 5 de octubre de 2004, emanada de la Dirección General del Instituto, por la cual se reglamenta la competencia, el procedimiento, se fija los requisitos y se adoptan documentos modelo para la liquidación de los contratos celebrados por el Instituto Nacional de Vías, y se delega una facultad.

- Resolución No. 3376 del 28 de julio de 2010, emanada de la Dirección General del Instituto, por medio de la cual se establecen las funciones de los supervisores de proyectos, de contratos de obra y consultoría.

- Resolución No.03157 del 26 de julio de 2004, emanada de la Dirección General del Instituto, por medio de la cual se establecen los criterios para la elaboración e implementación de planes de gestión sociopredial 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.

- Resolución No. 003624 del 21 de septiembre de 2011, emanada del Ministerio de Transporte, por la cual, a partir de su vigencia, deberán instalarse con carácter obligatorio las vallas informativas de acuerdo con la cantidad y la información requerida en la resolución.

- Resolución No. 000950 del 15 de marzo de 2006 “Por la cual se dicta una medida tendiente a mejorar la seguridad vial del país, reglamentando la zona de carretera utilizable”.

- Decreto Ley 2811 de 1974 "Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y sus reglamentarios".

- Ley 70 de 1993 "por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política"

- Decreto 1320 de 1998 "Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades.

- Resolución No. 003000 del 5 de junio de 1998, emanada de la Dirección General del Instituto, por medio de la cual se adopta la política ambiental del Instituto Nacional de Vías.

- Guía Ambiental para Proyectos Viales del Instituto Nacional de Vías.

## 1.5 ESPECIFICACIONES PARTICULARES

En este Apéndice se definen las "Especificaciones Particulares de Construcción", las cuales sustituyen o modifican las "Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías" del año 2022.

Las Especificaciones particulares prevalecen sobre las Especificaciones generales; sin embargo, todos los trabajos que no estén cubiertos en las Especificaciones particulares se ejecutaran conforme a lo estipulado en las "Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías", actualización 2022.

Las especificaciones particulares estimadas para este proceso son las siguientes:

**ESPECIFICACIONES PARTICULARES DEL PROYECTO**

**ESPECIFICACIÓN PARTICULAR 450 2P**
**MEZCLA DENSA EN CALIENTE**

**450P MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE DE GRADACION CONTINUA (CONCRETO ASFALTICO)**

Permanece vigente lo estipulado en la Especificación 450-22 MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE DE GRADACIÓN CONTINUA (CONCRETO ASFÁLTICO), además del siguiente aspecto:

De la especificación general se excluirán los equipos para la elaboración de la mezcla asfáltica ya que esta será suministrada directamente por una planta asfáltica, por lo que en el precio unitario también queda incluido el suministro, transporte y aplicación del cemento asfáltico para la elaboración de la mezcla de concreto asfáltico, así como el transporte de la mezcla asfáltica al lugar de desarrollo de las obras.

**FORMA DE PAGO**

Rige lo descrito en el aparte 400.7.2 del artículo 400 y 410.7 del artículo 410-22, excluyendo en el precio unitario los equipos utilizados para la producción de la mezcla de concreto asfáltico.

Se incluye el pago de transporte de las mezclas asfálticas al proyecto.

**ITEM DE PAGO**

| ITEM | DESCRIPCION | UNIDAD |
|---|---|---|
| 450.2P | Mezcla densa en caliente MDC-19 | Metro Cúbico (m3) |

## ESPECIFICACIONES PARTICULARES DEL PROYECTO

### LA ETAPA DE REVISIÓN Y/O AJUSTE Y/O ACTUALIZACIÓN Y/O MODIFICACIÓN Y/O INCORPORACIÓN Y/U OPTIMIZACIÓN Y/O COMPLEMENTACIÓN DE INFORMES Y/O DIAGNÓSTICOS Y/O INFORMACIÓN TÉCNICA Y/O DOCUMENTOS EXISTENTES CON SUS CÁLCULOS RESPECTIVOS DE LOS ADMINISTRACIONES VIALES Y SU APLICABILIDAD PARA GARANTIZAR LA TRANSITABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL.

**DESCRIPCIÓN**

A continuación, se presentan las consideraciones principales que el Contratista debe tener en cuenta para el desarrollo de la actividad de LA ETAPA DE REVISIÓN Y/O AJUSTE Y/O ACTUALIZACIÓN Y/O MODIFICACIÓN Y/O INCORPORACIÓN Y/U OPTIMIZACIÓN Y/O COMPLEMENTACIÓN DE INFORMES Y/O DIAGNÓSTICOS Y/O INFORMACIÓN TÉCNICA Y/O DOCUMENTOS EXISTENTES CON SUS CÁLCULOS RESPECTIVOS DE LOS ADMINISTRACIONES VIALES Y SU APLICABILIDAD PARA GARANTIZAR LA TRANSITABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL.

El desarrollo de estos documentos debe realizarse de acuerdo con los lineamientos y requerimientos Técnicos establecidos por el Instituto Nacional de Vías a través de la Subdirección de Planificación de Infraestructura.

Cabe resaltar que los presentes REQUERIMIENTOS TÉCNICOS son una guía básica que el consultor deberá seguir sin perjuicio de poder aportar más al objetivo de obtener unos estudios y diseños óptimos y claros que permitan la construcción de las obras sin ningún contratiempo técnico.

La ETAPA DE REVISIÓN Y/O AJUSTE Y/O ACTUALIZACIÓN Y/O MODIFICACIÓN Y/O INCORPORACIÓN Y/U OPTIMIZACIÓN Y/O COMPLEMENTACIÓN DE INFORMES Y/O DIAGNÓSTICOS Y/O INFORMACIÓN TÉCNICA Y/O DOCUMENTOS EXISTENTES CON SUS CÁLCULOS RESPECTIVOS

DE LOS ADMINISTRACIONES VIALES Y SU APLICABILIDAD PARA GARANTIZAR LA TRANSITABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, serán la base para la construcción de las obras del contrato contenidas en el Anexo Técnico..

Estos lineamientos, tienen un carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y otras particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar.

Las intervenciones que se realicen sobre los estudios y diseños durante la etapa de pre-construcción deberán observar y atender los criterios de optimización técnica consignados en resolución 20213040041135 del 13 de septiembre de 2021.

Realizar sobre los estudios y diseños existentes las Intervenciones necesarias y suficientes para poder construir la obra del contrato.

El Contratista debe ejecutar el objeto conforme a las condiciones actuales, a la normatividad legal y técnica vigente a la fecha de publicación de la presente Licitación y de conformidad con los presentes "Requerimientos Técnicos".

El Contratista será responsable de un adecuado planeamiento, programación, conducción de estudios, diseños y en general, por la calidad técnica de todo el estudio, que deberá ser ejecutado en concordancia con las normas, especificaciones y manuales técnicos vigentes al momento de desarrollar los estudios y los estándares actuales de diseño en todas las especialidades de ingeniería relacionadas con el presente estudio.

El Contratista deberá adelantar las gestiones y trámites ambientales y sociales necesarios, para la elaboración de los volúmenes correspondientes, y posterior radicación de los documentos y soportes requisito para la obtención de todos los permisos, autorizaciones y/o licencias por uso, intervención y aprovechamiento de los recursos naturales y los demás necesarios, de acuerdo con los requerimientos y términos de referencia establecidos por la(s) Autoridad(es) Ambiental(es); con el fin de que el proyecto cumpla con toda la normatividad ambiental, gestiones sociales y prediales que permitan la construcción de las obras resultante de los estudios y diseños del presente proceso.

De requerirse, el Contratista en todo momento deberá atender los requerimientos de información adicional y/o complementaria que efectúe la Autoridad Ambiental competente, por deficiencia de la información, falta de claridad de criterios y conceptos técnicos y/o calidad del producto, atender las visitas de la Autoridad Ambiental competente y adelantar las gestiones necesarias para la obtención de pronunciamiento.

Así mismo, en el componente ambiental, predial y social, el Contratista no solo será responsable de la elaboración de los documentos técnicos y volúmenes correspondientes, sino también, de realizar y/o apoyar a la Entidad en las gestiones pertinentes y necesarias ante las Autoridades Ambiental correspondiente; sin

exonerar la responsabilidad del Contratista e Interventor, sobre la calidad de los productos elaborados.

Es una obligación del Contratista realizar la investigación, recopilación de información, análisis de la legislación ambiental vigente que incida en el proyecto, necesarios para adelantar las gestiones y/o trámites requeridos y pertinentes sobre las posibles afectaciones y/o restricciones presentes, por parte de las autoridades ambientales competentes en la zona.

Se deberá realizar por el Contratista, la investigación y evaluación de las áreas con restricciones ambientales, arqueológicas, entre otras, con el fin de garantizar la conservación del entorno físico, biótico y social del área del proyecto dentro del análisis requerido para la elaboración del Estudio Ambiental y Social del proyecto.

Teniendo en cuenta la prioridad que tiene la ejecución de las obras diseñadas, el INVIAS exigirá al contratista, entregas parciales de tramos estudiados y diseñados.

El Contratista deberá responder por la calidad de la LA ETAPA DE REVISIÓN Y/O AJUSTE Y/O ACTUALIZACIÓN Y/O MODIFICACIÓN Y/O INCORPORACIÓN Y/U OPTIMIZACIÓN Y/O COMPLEMENTACIÓN DE INFORMES Y/O DIAGNÓSTICOS Y/O INFORMACIÓN TÉCNICA Y/O DOCUMENTOS EXISTENTES CON SUS CÁLCULOS RESPECTIVOS DE LOS ADMINISTRACIONES VIALES Y SU APLICABILIDAD PARA GARANTIZAR LA TRANSITABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL mediante la suscripción de la garantía de calidad de los estudios y diseños, la cual será aprobada por INVIAS.

El valor de los Estudios y Diseños para Mejoramiento de Carreteras se ha contemplado como una bolsa general dentro de la cual se encuentran previstos todos los costos Directos e Indirectos en que se pueda incurrir por parte del Contratista para su respectiva elaboración.

Los estudios y diseños existentes, si los hubiere, sirven como información de referencia para los posibles oferentes, sin embargo, no exonera la responsabilidad de los interesados de revisar y evaluar la información total de la presente Licitación Pública, información secundaria y adelantar la visita de campo al sector objeto del presente estudio, en caso de considerarlo necesario por cada uno de los interesados.

El Contratista deberá evaluar la afectación que se puede generar a la movilidad peatonal y vehicular en vías veredales de la zona e identificar los accesos peatonales que pudieran verse afectados con la ejecución del proyecto, por lo cual, deberá evaluar la movilidad del área tendiente al planteamiento de las medidas de manejo correspondientes.

En adición, el Contratista recopilará y analizará toda la información que represente alguna utilidad para el proyecto. También debe consultar los archivos de otras entidades gubernamentales o privadas que dispongan de información relacionada con la carretera en estudio.

El Contratista seleccionado, deberá llevar a cabo todas las labores necesarias para desarrollar los estudios y diseños que incluyan los volúmenes que hacen parte de una Fase III y/o Fase II Avanzada, según corresponda, cuya aplicación o no en el proyecto de interés, será previamente concertada entre las partes (Consultor e Interventor) y presentada para aprobación final a la Entidad:

**VOLUMENES RESULTADO DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL FASE III:**

**I.** ESTUDIO DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.
**II.** ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL.
**III.** ESTUDIO DE GEOLOGÍA.
**IV.** ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.
**V.** ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.
**VI.** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO.
**VII.** ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACION.
**VIII.** ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS.
**IX.** ESTUDIO Y DISEÑO DE URBANISMO Y PAISAJISMO.
**X.** COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL.
**XI.** ESTUDIO GESTION PREDIAL.
**XII.** ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD.
**XIII.** ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRAS, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTOS.
**XIV.** ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO.
**XV.** INFORME FINAL EJECUTIVO.

**VOLUMENES RESULTADO DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL FASE II AVANZADA / FASE III CONTRATACIÓN:**

**I.** ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO
**II.** ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO
**III.** ESTUDIO DE GEOLOGÍA
**IV.** ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.
**V.** ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES
**VI.** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO
**VII.** ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACION
**VIII.** ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS
**IX.** ESTUDIO Y DISEÑO DE URBANISMO Y PAISAJISMO
**X.** COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL

**XI.** ESTUDIO GESTION PREDIAL
**XII.** ESTUDIO DE ANÁLISIS Y GESTION DE RIESGO Y SOSTENIBILIDAD
**XIII.** ESTUDIO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO
**XIV.** ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS
**XV.** INFORME FINAL EJECUTIVO

Las especificaciones de las actividades requeridas para la elaboración de los estudios y/o diseños, se desarrollarán teniendo en cuenta lo indicado en los presentes Requerimientos Técnicos, especificaciones técnicas y normatividad vigente; cumpliendo los manuales de diseño, normas de ensayo y auscultación, y especificaciones generales de construcción de carreteras. También debe considerar en el diseño la aplicación de nuevas tecnologías que hayan sido probadas y aprobadas por reconocidas entidades normalizadoras en el ámbito nacional.

El Contratista/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 y diseños, a los presentes requerimientos técnicos, siempre y cuando cumpla con el objeto contractual y el alcance definido para cada volumen en el Anexo Técnico.

Se debe programar las visitas de campo necesarias por parte de los especialistas y profesionales encargados del desarrollo del proyecto, para el levantamiento de información y programar una visita conjunta entre los profesionales de consultoría e interventoría para la validación del diseño.

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.

**Aspectos relativos al Componente Vial**

Este trabajo consiste en realizar ajuste y/o actualización y/o modificación y/o complementación y/o elaboración de los estudios y diseños de obras con sus cálculos respectivos por parte del Contratista, con el fin de determinar los trabajos necesarios para el diseño y/o mejoramiento de las obras a implementar en el proyecto y/o condiciones existentes, en los diferentes sectores que requieran intervención con las obras requeridas para el pavimento, obras de drenaje, obras de contención, puentes, diseño geométrico, seguridad vial, entre otras como: fresado, reciclado, parcheo, bacheo y refuerzo de pavimento, obras de drenaje y de estabilidad, diseño de pavimento, y obras requeridas según los estudios del proyecto, evaluación y cálculos estructurales para la reconstrucción de obras de drenaje y/o sitios inestables en puntos críticos etc., acorde con los sectores y longitudes establecidas en los anexos técnicos, pliegos de y/o definidas en coordinación con la Interventoría y el Supervisor técnico del Contrato de la Territorial respectiva.

El contratista deberá investigar y consultar los estudios y/o diseños existentes, si los hubiere, con el fin de revisarlos, complementarlos, actualizarlos y/o ajustarlos y/o elaborar los nuevos, cuando ello se requiera para lo cual recopilará y analizará toda la información que represente alguna utilidad para el proyecto. También deberán consultar los archivos de otras entidades gubernamentales o privadas que tengan que ver con la(s) carretera(s) en estudio e Instrumentos de planificación territorial (PBOT, EOT, POT, POMCAS, etc.) y estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo.

Será aplicable la normatividad técnica vigente del INVIAS, representada en los documentos técnicos que se encuentren formalmente adoptados por la Institución. Si a través del ajuste y/o actualización, las condiciones existentes en el sitio debidamente analizadas permiten aplicar los diseños de obras típicas existentes en documentos técnicos adoptados por el Invías, será posible realizar de una manera rápida la revisión de los diseños típicos que se han estado utilizando, con miras a su implementación en cada sitio específico, incluyendo el componente abiótico (geología, geomorfología e hidrogeología), el análisis geotécnico suelo y subsuelo, estructuras de drenaje superficial y subterráneo, y obras de contención para estabilización de la banca; así mismo, el contratista paralelamente deberá investigar y consultar los diseños existentes, si los hubiere, con el fin de complementarlos y/o ajustarlos.

Una vez se defina la alternativa de solución a implementar, el Contratista procederá a efectuar los correspondientes cálculos y/o diseños que se requieran con el fin de materializar las obras, los cuales deberán ser revisados y aprobados por la Interventoría; en todo caso el Contratista presentará los Análisis de Precios Unitarios No Previstos que pudiesen ser requeridos al Interventor para su revisión y aprobación, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Interventoría para tal fin. Para estos efectos el contratista deberá contar con un grupo de especialistas en cada área disciplinaria.

La información que se debe consultar debe hacer referencia principalmente a los siguientes aspectos: geología, geomorfología, hidrogeología, hidrología, topografía, geotecnia y fuentes de materiales, drenaje y subdrenaje, tránsito, factores ambientales, diseño de mezclas y diseño de pavimentos, mantenimientos y/o rehabilitaciones realizadas a la(s) vía(s).

Si se involucra diseño geométrico, diseño de pavimento nuevo y/o evaluación de alternativas de rehabilitación del pavimento existente y a su vez diseño de obras de arte y de estabilidad, o bien otro tipo de obras contempladas en el proyecto que requieran complementación, ajuste o actualización, éstos se llevarán a cabo simultáneamente, dados los plazos reducidos de los contratos, por consiguiente, la interventoría revisará y aprobará los mismos en la medida en que se vayan entregando, a fin de acometer de inmediato la ejecución de las obras.

Esta actividad se adelantará teniendo en cuenta los siguientes documentos: 1) La guía metodología para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, adoptada mediante resolución No 0743 del 04 de marzo del 2009 del Ministerio de Transporte o el que lo sustituya y se encuentra vigente; 2) El manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito, adoptado mediante resolución No. 005867, de 12 de Noviembre de 1998, emanada de la Dirección General del Instituto o el que lo sustituya; 3) El manual de diseño de pavimentos asfáltico en vías con medios y altos volúmenes de tránsito, adoptado mediante resolución No. No. 3482 del 29 de agosto del 2007 del Ministerio del Transporte ò aquel que lo sustituya; 4) Manual de diseño geométrico, actualizado mediante resolución No. 000744 de 4 de marzo de 2009, emanada del Ministerio del Transporte o el que lo sustituya; 5) Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura - subsector vial como instrumentos de autogestión y autorregulación, adoptado mediante resolución No. 07106 de 02 de diciembre de 2009, emanada de la Dirección General del Instituto o el que lo sustituya; 6) Manual de drenaje para carreteras, adoptado mediante resolución No. 000024 de 07 de enero de 2011, emanada del Ministerio del Transporte o el que lo sustituya; 7) Manual de estabilidad de taludes, geotecnia vial INVIAS; 8) El reglamento colombiano de construcción sismo resistente vigente; 9) Las especificaciones particulares que pudieran resultar para este proyecto; 10) Las normas de ensayo de materiales para carreteras del Instituto Nacional de Vías vigentes; 11) Especificaciones generales de construcción de carreteras; 12) Manual de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras adoptadas mediante resolución No 1376 del 26 de mayo del 2014 del ministerio del transporte 13) Norma Colombiana de diseño de puentes CCP-14 14) Manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras adoptado mediante resolución No 1049 del 11 de abril del 2013 del ministerio del transporte; 15) Manual de mantenimiento de carreteras adoptado mediante resolución No. 4046 del 22 de junio del 2018 de la dirección general del Invías 16) Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito adoptado mediante resolución No. 0803 del 06 de marzo del 2009 del ministerio del transporte.

Igualemente se consideran e incluyen las obras anexas y las demás que sean necesarias para la funcionalidad del proyecto, de acuerdo con el resultado de la Revisión y/o Ajuste y/o Actualización y/o Modificación y/o Incorporación y/u Optimización y/o Complementación de los Estudios y Diseños.

En los trabajos de campo, el Contratista 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 competente, como la ONAC, o laboratorios idóneos certificados con las normas ISO/IEC 17025:2005 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. Los ensayos (perforaciones, apiques, trincheras, sondeos geofísicos) deben quedar debidamente referenciados para de esta manera poder ser incluidos en un sistema de información geográfica.

En el desarrollo del contrato se deben cumplir los manuales de diseño, normas de ensayo y auscultación, y especificaciones generales de construcción de carreteras vigentes al momento del Concurso de Méritos, y demás normatividad y actividades descritas en los presentes Requerimientos Técnicos. También se deberá considerar dentro de las alternativas de solución en el diseño, así como en la ejecución de tramos correspondientes a los contratos de obra, la incorporación de NUEVAS TECNOLOGÍAS, de conformidad con lo establecido en el artículo 173 de la Ley 1955 de 2019 “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 - Pacto por Colombia Pacto por la Equidad”.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS VOLÚMENES A DESARROLLAR EN ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III (DISEÑOS DEFINITIVOS):

- **VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.**

En este Volumen se debe hallar el -TPD- por tipo de vehículo para determinar el tránsito existente, mediante la realización de aforos durante 24 horas, siete días a la semana, encuestas de origen y destino, así como determinar el tránsito atraído y generado, haciendo proyección del mismo para un periodo de 20 años. Con esta información se calcula el parámetro esencial para el diseño de pavimento, "número de ejes equivalentes", aplicando los programas y métodos de proyección existentes, aplicando los programas y métodos de proyección existentes, en los casos que requiera se deberá comprobar la eficiencia y eficacia de la solución planteada previa aprobación de la interventoría.

El especialista adicionalmente diseñara una metodología para realizar una auscultación vehicular en la zona del proyecto durante 7 días para realizar las proyecciones estadísticas correspondientes propias de cada proyecto.

- **VOLUMEN II. ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL.**

El objetivo de este volumen es definir el trazado y diseño geométrico de la vía que permita mejorar, ampliar y pavimentar la carretera actual, dando cumplimiento a las especificaciones técnicas mínimas exigidas en cuanto a radios de curvatura, pendiente y otros elementos con el fin de ofrecer una vía, de acuerdo con los tráficos esperados y a las características topográficas y climáticas de la zona donde se desarrolla el proyecto, así como hacer los mejoramiento en el trazado y/o las ampliaciones de la calzada en los sitios que no cumpla con los anchos mínimos y en los que por razones de seguridad vial sean necesarios, con el fin garantizar una operación segura, reducción en los tiempos de viaje y menores costos de operación.

En este volumen se revisará y rediseñará, de ser necesario, la sección transversal referente a ampliaciones, sobreanchos, bombeo y peraltado etc. Se identificarán riesgos, amenazas y vulnerabilidad de la operación futura de la vía existente y se diseñará el tratamiento adecuado en términos, diseños y protocolos precisos para disminuir dichos riesgos de accidentalidad vial.

- **VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGIA**

El alcance fundamental del estudio geológico y geomorfológico detallado de la zona de influencia de los estudios y principalmente del corredor vial, es la de identificar todos los problemas de inestabilidad que se puedan presentar a la hora de la ejecución de la obra y ponga en riesgo la estabilidad de las mismas.

Adicionalmente el consultor deberá caracterizar las fuentes de materiales y ubicar los posibles sitios para la disposición del material sobrante de corte, desarrollar los análisis de estabilidad, seguridad, obtención de materiales de construcción, disposición de materiales sobrantes de excavación así como todo lo relacionado con el estudio ambiental.

- **VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.**

Comprende la realización de todas las actividades necesarias para exploración de los suelos, con el fin de caracterizar e identificar los estratos de los suelos que conforman el corredor, así como la caracterización detallada de los suelos en los sitios en que se ubicarán las obras, conforme los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen para los estudios y diseños.

Así mismo el estudio de suelos es fundamental para el diseño de fundaciones de puentes, pontones, obras de drenaje y otras estructuras de contención, sitios críticos de inestabilidad, consiste en ejecutar, mediante sondeos o perforaciones, la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas. A parte de la exploración por métodos directos con recuperación de muestras, como sondeos y apiques. Como complemento a estas investigaciones, se podrán emplear métodos indirectos como sondeos geo eléctricos o líneas sísmicas.

- **VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.**

Tiene como fin determinar las condiciones de estabilidad de los taludes superior e inferior de la vía, definición de las condiciones como inclinación de taludes, obras hidráulicas, bermas que garanticen la estabilidad de los taludes que se requieran en la ejecución del proyecto de mejoramiento y pavimentación.

- **VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO**

En este volumen se deben identificar los requerimientos necesarios para determinar los diseños tanto para estructuras de pavimentos nuevos, como para las soluciones a las problemáticas actuales. El principal objetivo es definir la estructura de pavimento del proyecto con base en: i) las características geo mecánicas de la subrasante y de la estructura vial existente, ii) la caracterización de las fuentes de materiales, iii) número de repeticiones esperadas de ejes equivalentes.

El diseño del pavimento debe incluir las nuevas tecnologías aprobadas por el INVIAS.

- **VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN**

El alcance fundamental del Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación consiste en realizar los estudios hidrológicos de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto, con los registros históricos completos disponibles y no limitarse a los últimos años. El objeto de este volumen es obtener el diseño, dimensionamiento, ubicación, niveles para drenajes mayores y menores de obras como son (puentes, pontones, alcantarillas, cunetas y demás obras hidráulicas necesarias para el proyecto). Lo anterior basado en los estudios hidrológicos, hidráulicos y de socavación. Estas deben ser concordantes con el diseño geométrico de la vía.

- **VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS**

El objeto de este Volumen es la realizar el diseño de todas y cada una de las estructuras que permitan garantizar condiciones de estabilidad y continuidad del alineamiento, tomando como base los parámetros de geometría, geología, fundaciones, hidráulica, urbanismo y ambiental. El objetivo es tomar los parámetros establecidos en los estudios complementarios aplicables requeridos y realizar un análisis de alternativas para de allí concluir en la selección y ejecución del proyecto estructural definitivo real y ejecutable.

- **VOLUMEN IX. URBANISMO Y DISEÑO DE PAISAJISMO**

El estudio de urbanismo busca minimizar el impacto generado por la interacción entre la vía y el área de influencia de la misma, cuando se presenten asentamientos humanos en la zona del proyecto identificando los posibles puntos de conflicto y realizando el diseño paisajístico para cada punto de conflicto.

- **VOLUMEN X. GESTION AMBIENTAL Y SOCIAL**

De acuerdo con la legislación ambiental aplicable, el Decreto No. 2041 de 2014 o aquellos que los sustituyan, y sus reglamentarios, el Contratista deberá revisar y analizar el alcance de las labores contratadas, con el objeto de tener claridad si el proyecto a estudiarse y/o ejecutarse se hace bajo los lineamiento generales del PAGA y/o requiere licenciamiento ambiental y/o requiere Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA.

El presente Volumen se debe desarrollar acorde con lo indicado en el **Apendice D – Ambiental y Apendice E – Gestión Social** que hacen parte integral del presente proceso.

- **VOLUMEN XI. GESTION PREDIAL.**

El presente Volumen se debe desarrollar acorde con lo indicado en el **Apendice F – Gestión Predial** que hace parte integral del presente proceso.

- **VOLUMEN XII. ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD.**

El Volumen de Sostenibilidad se debe presentar de acuerdo con lo indicado en el **Apendice G – Gestión de Sosotenibilidad**, que hace parte integral del presente proceso.

- **VOLUMEN XIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS NO PREVISTOS, PRESUPUESTO Y PRESUPUESTOS.**

En éste volumen se elaborarán los análisis de precios unitarios No Previstos que pudiesen ser requeridos, de acuerdo con los precios de mercado de los insumos en la zona del proyecto, se calcularán los presupuestos con las cantidades de obra producto de los diseños, se definirán las especificaciones particulares y se propondrá programa de trabajo para la ejecución de las obras.

- **VOLUMEN XIV. EVALUACION SOCIO-ECONOMICA DEL PROYECTO.**

Los Estudios Socioeconómicos y Evaluación Económica del proyecto como elementos que forman parte de los Estudios a nivel de Fase III, una vez culminados y concluidos los estudios en su etapa precedente, deberán discurrir con mayor atención en el propósito de perfeccionar el conocimiento respectos a las zonas donde se realizará el proyecto y los impactos que el mismo generará en la economía de la región en particular y en la nación en general.

- **VOLUMEN XV. INFORME FINAL EJECUTIVO**

En este volumen se presentará un informe ejecutivo que le permita al lector, conocer la localización

geográfica de las obras a construir, el consultor deberá indicar la troncal o transversal a la que pertenece, e identificar la ruta y tramo en estudio, conocer la importancia socio-económica del mismo y a través de una ficha técnica resumen disponer de los resultados técnicos más importantes de cada uno de los volúmenes desarrollados en la consultoría. De igual manera, para la construcción el consultor definirá las especificaciones generales y particulares aplicables al proyecto. Así mismo el Consultor deberá preparar una presentación en donde se muestre en resumen de los aspectos más relevantes del estudio así como de los resultados del mismo, la cual deberá exponer ante el personal técnico de la entidad, por el Director del estudio y de los especialistas que se consideren necesarios.

## REQUERIMIENTOS TÉCNICOS – FASE III

- **VOLUMEN I: ESTUDIO DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.**

El Informe Final del Estudio de Tránsito, que incluye particularmente los aspectos referentes a estimación de la Capacidad y Niveles de Servicio, de manera general debe considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. INFORMACIÓN DE CAMPO
CAPITULO 3. MODELACIÓN ANÁLISIS Y PROYECCIONES DE TRÁNSITO
CAPITULO 4. ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO
CAPÍTULO 5. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO GENERAL
CAPÍTULO 6. DISEÑOS DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y DEMARCACIÓN VIAL
CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

#### a. OBJETIVO

El objetivo de este Estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de servicio es la obtención de los datos de viajes iniciales y transformarlos al tránsito que permitirá caracterizar las condiciones de la vía, dando cumplimiento a los criterios y parámetros técnicos adoptando los parámetros de diseño geométrico en el Manual de Diseño Geométrico publicado por el INVIAS en especial la sección transversal de la infraestructura proyectada.

Adicionalmente, efectuar los estimativos de capacidad y niveles de servicio y examinar su consistencia con la demanda máxima proyectada para el período establecido como horizonte del proyecto.

Si para el presente estudio se incluye una Rehabilitación, se deberá estudiar el corredor vial seleccionado teniendo en cuenta como mínimo lo siguiente:

Apoyar el estudio de diseño geométrico, especialmente en la revisión de peraltes para determinar si cumplen con los criterios de seguridad con respecto a las velocidades de diseño y operación para la vía en estudio.

Conocer las estadísticas de accidentalidad en la vía a rehabilitar.

Identificar los requerimientos de dispositivos de control de tránsito y señalización, que permitan la prevención de riesgos y accidentes.

Identificar las necesidades de señalización para mantener informado al usuario de la vía.

Aportar los datos requeridos para la formulación del Plan de Manejo de Tránsito.

Identificar la existencia de estaciones de pesaje de vehículos de carga y complementar el procesamiento de la información para la estimación del número de ejes equivalentes.

Obtener el número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el carril de diseño, para el periodo de diseño en lo que se refiere a pavimentos flexibles, y el número de repeticiones esperadas por tipo de vehículo para pavimentos rígidos.

Este estudio requerirá del Consultor una coordinación muy estrecha con el especialista que se ocupe del Volumen del Estudio de Evaluación Económica, profesional que brindará la información de carácter económico y social muy importante para poder estimar el crecimiento y la evolución de variables de este tipo que incidirán en el pronóstico de los volúmenes de tránsito futuro.

El estudio debe identificar posibles conflictos entre los diferentes actores del corredor (peatones, bici usuarios, vehículos) y/o sitio de interés. Es así como debe plantear soluciones para garantizar la seguridad vial de los usuarios.

Determinar la demanda de tránsito actual para el período establecido como horizonte del proyecto, junto con su composición vehicular, mediante información primaria de campo, complementada con información secundaria existente del INVIAS, estudios previos para la misma vía; relacionada con el TPD, y otros datos de tránsito, que permitan establecer valores actualizados en las proyecciones de este.

Determinar el Tránsito Promedio Diario (insumo para el diseño de pavimentos).

### b. ALCANCES

El alcance esencial de este Estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio es la obtención mediante información primaria de campo complementada con la información secundaria existente del INVIAS u otras fuentes, las matrices origen destino de viajes y los datos de tránsito, que permitan establecer valores

actualizados en las proyecciones del mismo, a fin de proceder a elaborar los diseños definitivos en cada una de las componentes que integran los presentes requerimientos técnicos.

Dentro del alcance se debe contemplar aforos de tránsito local en sentidos paralelo y transversal a la vía en zonas urbanas y rurales de alta densidad, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Aquí se debe tener relación directa para las soluciones con el volumen de paisajismo y urbanismo.

Así mismo, se debe identificar las soluciones más recomendables para resolver los problemas de pasos urbanos y de intersecciones con otras vías. En este aspecto el Contratista deberá apoyarse en modelos de Micro simulación para abordar con propiedad la experimentación con diversas alternativas: pasos a nivel o desnivel, glorietas, deprimidos, etc.

El Estudio de Transporte requerirá de una coordinación muy estrecha, de doble vía, entre los especialistas de transporte y el especialista económico. El especialista económico brindará en primer lugar la información de carácter económico y social sobre la que se sustenta el análisis de demanda de transporte en cada uno de los escenarios y horizontes de planificación considerados y posteriormente deberá recibir, de parte de los especialistas de transporte, los resultados referentes a costos y beneficios de transporte para facilitar los análisis financieros y económicos del proyecto.

## Capítulo 2. INFORMACIÓN DE CAMPO

Con base en la información obtenida en la recolección de información, el Contratista complementará los estudios trabajando en este caso con información primaria adicional de campo. Para el caso de vías no existentes el Estudio de Transporte tendrá como principal insumo las encuestas de origen destino que se deben ejecutar en vías paralelas o en alternativas viales al nuevo corredor o carretera a construir dentro de su zona de influencia, las cuales se complementarán con los aforos vehiculares que permitan su posterior expansión y asignación. Las encuestas origen destino y los aforos vehiculares se deben hacer como mínimo durante 7 días 24 horas en la zona de influencia del proyecto.

Toda la información secundaria o primaria deberá ser estudiada y avalada de común acuerdo con la Interventoría del contrato. Para la información primaria a recolectar se podrá utilizar aplicaciones tecnológicas de última generación como contadores electrónicos, filmaciones de video o cualquier dispositivo electromecánico que permita el conteo y clasificación de vehículos y que redunden en el mejoramiento de la calidad respecto de las metodologías tradicionales, siempre y cuando permita el 95% de confiabilidad. La planeación y metodología de las encuestas de viajes y aforos de tránsito debe ser examinada y propuesta con todos sus elementos incluyendo la selección de los puntos de toma de información, formatos a utilizar, registros de información, equipos de conteo y capacitación de encuestadores y/o aforadores.

La información secundaria que se obtenga para el desarrollo del estudio deberá ser revisada, seleccionada, clasificada, analizada y ajustada antes de ser utilizada por el Consultor. El informe presentado será

correctamente referenciado y en los casos necesarios se obtendrán las autorizaciones correspondientes para poder utilizar la información. Toda la información secundaria deberá ser estudiada y avalada de común acuerdo con la Interventoría del contrato.

La información de campo para aforos se registrará en formatos en periodos de una hora, clasificándolos de acuerdos con el tipo de vehículos (livianos, buses y camiones, motocicletas, peatones, bicicletas, etc), en el caso de camiones se discriminará por número de ejes (C-2 pequeño, C-2 grande, C-3, C-4, C-5 y mayor a C-5). Para el caso de proyectos suburbanos en donde el componente de motos, bicicletas y peatones sea significativo, los mismos deberán cuantificarse en estos conteos (equivalencias ver tabla siguiente).

En el caso que el proyecto contemple la opción de túneles se deberá identificar modelos de los vehículos y tipo de combustible utilizado, de acuerdo con lo establecido en los requerimientos para el estudio de túneles.

| TIPO DE VEHÍCULO | AUTOMOVILES DIRECTOS EQUIVALENTES (ade) | |
|---|---|---|
| | CARRETERAS[1] | GLORIETAS |
| Bicicletas | 0,50 | 0,50 |
| Motocicletas | 1,00 | 0,75 |
| Automóviles, taxis, vehículos comerciales livianos | 1,00 | 1,00 |
| Buses | 3,00 | 2,80 |
| Vehículos comerciales medianos y pesados, vehículos de tracción animal | 3,00 | 2,80 |

(1) También aplican para secciones de entrecruzamiento en intersecciones a desnivel

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS.

Basados en los datos obtenidos de la recolección de información existente en cuanto a conteos de tránsito, el Consultor complementará los estudios trabajando en este caso con información primaria adicional de campo. La información existente de tránsito promedio diario se complementará con los aforos vehiculares que permitan su posterior expansión y asignación, los cuales se deben hacer como mínimo durante dos (2) días típicos de la semana y un (1) día atípico de fin de semana en el corredor existente y en la zona de influencia del proyecto.

En este capítulo se debe describir la metodología empleada para la recolección de la información de campo y se deben presentar los principales análisis de resultados: volúmenes vehiculares por días de la semana, distribución por tipo de vehículo, distribución direccional y comportamiento horario del tránsito, entre otros, para los aforos vehiculares. Para el caso del análisis de las encuestas origen destino se debe incluir: tipo de vehículo, tipo y número de ejes del camión, tipo de carga de los camiones, ocupación del vehículo, motivo del viaje, y frecuencia; se exige el cálculo de una matriz origen-destino de la zona de influencia del proyecto desagregada por zonas que posteriormente permitan la asignación del tránsito y estimación del volumen de la vía.

## Capítulo 3. MODELACIÓN ANÁLISIS Y PROYECCIONES DE TRÁNSITO

Con base principalmente en los resultados de la cuantificación del tránsito y en las especificaciones de diseño geométrico del INVIAS, así como en otras condiciones, se procederá a efectuar un análisis de la capacidad de la vía, tanto para el momento que se contemple su entrada en servicio, hasta el año que se estime como final de la vida útil del proyecto, para conocer la gradualidad de las necesidades de nuevas intervenciones orientadas a garantizar el nivel de servicio definido para el proyecto.

Para realizar el pronóstico del tránsito se debe partir de las características específicas de cada proyecto, es decir con la revisión del tipo y escala del proyecto, especificando su categoría como local, zonal o regional. De acuerdo con la longitud del proyecto, se requerirá caracterizaciones por tramos homogéneos para un mayor detalle del Estudio. El cálculo de volúmenes vehiculares debe incluir la estimación del tránsito atraído y el tránsito generado; éste último teniendo en cuenta la construcción de este proyecto, así como, otros proyectos de infraestructura que se desarrollen en la zona y que puedan influir en este cálculo.

Para este caso, el análisis requiere tener la matriz origen-destino de viajes de la red vial de la zona de influencia del proyecto, en donde se incluirá el nuevo corredor, posteriormente se asignan estos viajes que permitan estimar la demanda de tránsito del corredor en estudio. La cuantificación del volumen del tránsito será discriminado en sus clasificaciones y flujos más significativos e importantes, lo que permitirá obtener el valor del Tránsito Promedio Diario -TPD- por tipo de vehículo.

El objeto final de este numeral es poder estimar los parámetros esenciales para el diseño de pavimentos tales como el “número de ejes equivalentes” y la distribución por tipo de vehículos pesados. Para poder proyectar el tránsito se debe definir las tasas de crecimiento a utilizar partiendo del comportamiento de las series históricas de conteos del INVIAS en comparación con otros indicadores económicos de crecimiento, ya sean el poblacional, del parque automotor y del producto interno bruto, nacional y regional.

La selección y adopción de modelos de proyección se determinará luego de evaluar taxativamente la situación particular planteada por el proyecto propuesto. No se recomienda ningún modelo en particular para efectuar las proyecciones, podrán emplearse varios tipos de modelos; desde los más sencillos hasta aquellos que conllevan una mayor elaboración matemática o estocástica, según convenga al proyecto. Dada la complejidad de predecir el futuro, se recomienda generar como mínimo dos escenarios de crecimiento, uno optimista y uno moderado. También es conveniente realizar *análisis de sensibilidad* de los resultados ante cambios en las principales variables que influyen en el pronóstico del tránsito relativo, tránsito atraído, tránsito generado y la tasa de crecimiento.

Al utilizarse las series históricas de los registros de conteos de INVIAS, será necesario verificar su confiabilidad y efectuar un análisis estadístico completo siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de este organismo. También podrá utilizarse programas o *Software* estadístico y de tránsito, parametrizado de común acuerdo con la Interventoría, en cuyo caso el

Consultor entregará al INVIAS los resultados debidamente interpretados.

Además de la cuantificación del volumen del tránsito, discriminado en sus clasificaciones y flujos más significativos e importantes, el análisis de tránsito presentará como resultados mínimos lo siguiente:

- Variación diaria del volumen de tránsito
- Cálculo del tránsito promedio diario anual
- Periodo de diseño
- Proyección del volumen de tránsito futuro al año base o de puesta en servicio del pavimento
- Proyección del volumen total de tránsito en el periodo de diseño
- Volumen de vehículos pesados esperados en el primer año de servicio
- Estimativo de ejes de 8.2 toneladas

### 3.1. Modelos de Macro-Simulación:

Los modelos de Macro-Simulación a utilizar deben considerar dos grandes ámbitos: la oferta y la demanda de transporte. Adicionalmente consideran dos momentos: el año base, que es el periodo correspondiente a los datos con los cuales se hace la calibración del modelo, y los horizontes de planificación, que corresponden a aquellos escenarios de futuro en los cuales se hace la simulación con el modelo de transporte.

### 3.2. Modelos de Micro-Simulación:

Con la aplicación de modelos de Micro-Simulación se pretende evaluar técnicamente la mejor solución para resolver los problemas que se pudieran presentar en intersecciones y en pasos urbanos con la puesta en marcha del nuevo proyecto de infraestructura.

En general, se espera que sea posible simular el impacto de cambios en el sistema estudiado, tales como modificar sentidos direccionales, aumentar o disminuir el número de carriles, permitir el giro a la derecha en rojo, aumentar longitudes de bahías de giro, modificar planes de semáforos e implementar complejos viales a desnivel, entre otros. Así mismo, se pueden usar para estudiar el impacto de grandes construcciones en las redes viales, como centros comerciales o parqueaderos, entre otras.

### 3.3. Análisis De Flujos De Transporte

El modelo considerará los distintos componentes de tránsito tal como se explica a continuación:

- **Tráfico existente:** En cada uno de los horizontes de planificación será modelada la situación base, sin proyecto, de tal forma que se pueda identificar el tráfico existente sobre los corredores de referencia.
- **Tráfico desviado:** En cada uno de los escenarios considerados en los horizontes de planificación

será simulado el proyecto identificado según las características previstas y a partir de las diferencias con respecto a la situación base, sin corredores, se identificará el tráfico desviado con ocasión de las nuevas características simuladas.

- **Tráfico inducido:** Será estimado en forma externa al modelo de asignación, ya que la estructura de modelación que se utilizará es inelástica en su fase de generación, en la cual la demanda se mantiene invariable, independientemente del estado de la infraestructura.
- **Tráfico generado:** El tráfico generado específicamente por desarrollos del uso de la tierra claramente atribuibles a la construcción de la alternativa seleccionada, será estimado con modelos externos a la plataforma de modelación, incrementando estos nuevos flujos de transporte a los que sean calculados con la aplicación del modelo.

En cada uno de los escenarios simulados se identificarán los flujos de transporte sobre cada arco de la red vial contenida en el modelo y se entregará un listado de los tramos viales con mayor demanda para que sean evaluados posteriormente en el análisis de capacidad y nivel de servicio.

Dependiendo de la metodología adoptada para la estimación de flujos de transporte con el modelo de Macro-Simulación, es probable que el resultado final se encuentre expresado en vehículos equivalentes, así que será necesario, mediante un análisis de flujos de transporte postproceso, determinar la participación de cada una de las clases de vehículos, tales como: Autos, Buses y Camiones.

En caso de ser necesario, para efectos de estimar los ingresos producidos por concepto de peajes en la nueva infraestructura, expresar los flujos de transporte en cada una de las categorías utilizadas en las estaciones de peaje:

- Categoría I: Autos y camperos
- Categoría II: Buses
- Categoría III: Camiones pequeños de dos ejes
- Categoría IV: Camiones grades de dos ejes
- Categoría V: Camiones de 3 y 4 ejes
- Categoría VI: Camiones de 5 ejes
- Categoría VII: Camiones de seis ejes

El consultor deberá explicar detalladamente la manera como obtendrá estos flujos con base en las estimaciones realizadas por el modelo de Macro-Simulación.

### 3.4. Análisis de Sensibilidad

Los modelos de transporte calibrados permitirán la realización de análisis de sensibilidad de la demanda de transporte por cambios ocurridos en las variables relevantes del sistema, en sus dos grandes ámbitos: la oferta y la demanda.

Será particularmente de interés evaluar cómo varían los flujos de transporte sobre el corredor nuevo a partir de la variación en los costos de la red, ocasionados por la hipotética instalación de peajes, o en general cualquier situación específica que sea del interés de la entidad contratante.

Con respecto a la demanda de transporte, sería del interés evaluar la sensibilidad de los flujos de transporte como resultado de la ampliación de zonas productivas en el área de influencia del proyecto o de cualquier otra afectación de las zonas de análisis de transporte que pueda incidir en la demanda de transporte.

## Capítulo 4. ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

Con base principalmente en los resultados de la cuantificación del tránsito y en las especificaciones de diseño geométrico del INVIAS, así como en otras condiciones, se procederá a efectuar una estimación de la capacidad de la vía cuyo estándar ha sido mejorado, tanto para el momento que se contemple su entrada en servicio, hasta el año que se estime como final de la vida útil del proyecto, en períodos de 5 en 5 años para conocer la gradualidad de las necesidades de nuevas intervenciones orientadas a garantizar el nivel de servicio definido para el proyecto. También podrá utilizarse el Software disponible para estos análisis y simulaciones, definiendo conjuntamente con la Interventoría los parámetros necesarios o "*datos de entrada*".

Es necesario interactuar en el estudio de los temas de "*capacidad*" y "*nivel de servicio*" con el apoyo del especialista en trazado geométrico, profesional que posiblemente propondrá con su experiencia criterios para establecer o definir el *nivel de servicio* deseado de acuerdo con la jerarquía del proyecto dentro de la red vial nacional y sus condiciones y características topográficas.

Así mismo, se analizará la calidad que ofrecerá la vía durante su operación y servicio, bajo las condiciones de tránsito estimadas o proyectadas, aplicando los criterios o los elementos fundamentales para evaluar el "*nivel de servicio*" en condiciones de "*velocidad de flujo libre o continuo*", como son la velocidad y la relación entre el "*Volumen de Demanda*" o *Intensidad de Demanda* y la "*Capacidad*" (V/C o I/C).

La estimación de "*capacidad*" y "*niveles de servicio*" deberá realizarse no sólo para el tramo crítico de la vía, sino para una sección típica de la misma. Para la estimación de los mismos deberán utilizarse los manuales vigentes del INVIAS o extranjeros, particularmente el HighwayCapacity Manual (HCM), debidamente calibrados a las condiciones propias del país, en cuanto a composición vehicular y topografía principalmente.

En aquellos lugares en donde se presente intersecciones importantes con vías de jerarquía similar, o se prevean conflictos de tránsito que puedan inducir riesgo de accidentalidad, tales situaciones deberán modelarse, con el objeto de identificar el tipo de intersección a utilizar, a nivel o desnivel. En todos los casos la determinación de los "*niveles de servicio*" de la vía, en comparación con el "*nivel de servicio*" establecido, permitirá generar la eventual gradualidad de las obras, tanto del corredor con sus números de carriles como de los tipos de intersecciones viales futuras.

Se considerarán los diferentes factores que afecten o influyan en la capacidad y servicio de la vía, las intersecciones o en la circulación; características de los vehículos, tipo de operación, condiciones de la vía, efectos climáticos, y otros; o aquellos referentes a la circulación, sección transversal, pendiente, velocidad, visibilidad, entre otros. Se investigará específicamente los máximos volúmenes observados, la distribución direccional, la composición del tránsito y las fluctuaciones del tránsito en el tiempo.

El análisis deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan verificar las características geométricas óptimas del proyecto, en forma tal que atienda un volumen de tránsito (incluido peatonal y de bici usuarios) correspondiente al nivel de servicio establecido. De otro parte, se tendrá en cuenta los factores ambientales consignados en el volumen correspondiente del presente estudio, de tal manera que se garantice la durabilidad de la carretera y su armonía con el medio ambiente (Aspectos de Sostenibilidad). La interacción de los especialistas de tránsito y diseño geométrico permitirá realizar otros estudios que pueden medir la eficiencia de la vía diseñada o proyectada, como por ejemplo los análisis de consistencia de velocidad cuando se conozcan los diseños propuestos.

El consultor al identificar las zonas de conflicto de los diferentes flujos, deberá plantear soluciones encaminadas a la mitigación y atención total de dicha condición, garantizando que el planteamiento técnico sea seguro para todos los usuarios. Las soluciones deben ir con los lineamientos plantados por la Agencia Nacional de Seguridad Vial. Las demás áreas técnicas, como lo son diseño geométrico, diseño estructural, urbanismo entre otras, deberán aportar para la solución de los conflictos identificados.

## CAPÍTULO 5. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO GENERAL

El Plan de Manejo de Tránsito General (PMTG) deberá diseñarse de acuerdo con los lineamientos contenidos en la Manual de Señalización Vial vigente, conforme al impacto generado por las obras y las zonas aledañas a éstas, con el propósito de brindar un ambiente seguro, ordenado, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, ciclistas, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar, en cumplimiento a las demás normas establecidas para la regulación del tránsito a nivel nacional.

El diseño del Plan de Manejo de Tránsito General (PMTG) permitirá establecer el presupuesto posterior a llevar a cabo durante la construcción propia del proyecto.

El PMTG debe contemplar las zonas aledañas al proyecto, que contemple la red vial o desvíos que se llegase a necesitar para la construcción. Igualmente, deberá cuantificar las cantidades de señalización y estimar un presupuesto que incluya las propuestas del manejo de tránsito de acuerdo con las categorías de los trabajos y en las zonas aledañas al proyecto, y los desvíos necesarios para las obras.

Se deberá entregar las memorias de cálculo de los elementos que se requieran para llevar a cabo la aplicación del PMT, además de especificar el origen de las cantidades de manera que se facilite su revisión y análisis por parte de la Interventoría.

## CAPÍTULO 6. DISEÑOS DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y DEMARCACIÓN VIAL

A partir del análisis de seguridad vial y de la geometría de las vías existentes, se debe realizar el diseño de la señalización vertical y demarcación de las vías, de acuerdo con el Manual de Señalización Vial vigente, y se dará prioridad a la utilización de señales y paneles de información variable.

El estudio debe incluir el inventario vial y estado actual de la señalización existente, el cual debe registrar movimientos, sentidos viales, centros atractores, accesos y salidas, equipamientos y toda información relevante para realizar el diseño de señalización. Se presentarán los resúmenes de las descripciones, las dimensiones, ubicación, cantidades, características y codificación de las señales existentes.

Se incluirá un plan indicativo de señalización vial, para su implementación en la fase III. Este plan identificará la información de localización de accesos y salidas, ubicación de sitios de interés como colegios, escuelas, puestos de salud y demás sitios que son sujetos de señalización, información y señalización especial en sitios críticos o de condiciones climatológicas adversas, (puentes vehiculares y peatonales, cabezotes de las alcantarillas, entre otros). Así mismo, se deberá definir un límite de proyecto para intervención, no obstante, puede ir más allá el diseño, con fines a empalmar y ser consistentes a las condiciones de la red vial existente.

Para los elementos de señalización previstos para la operación de la vía, se deberá definir las cantidades de señalización, la estimación de los costos y demás requerimientos técnicos a definirse para la implementación del proyecto de Fase III.

## Capítulo 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan:

La verificación, validación y/o el ajuste de las características geométricas óptimas dispuestas para el proyecto, como se exige en el volumen correspondiente a trazado y diseño geométrico, de manera que garanticen teóricamente la administración de un volumen de tránsito que corresponda al nivel de servicio adecuado para garantizar transitabilidad que se traduce en beneficios para los usuarios de la vía representados por los ahorros en costos de operación y tiempos de viaje.

El conjunto de los estudios de Transporte, Capacidad y Niveles de Servicio será un insumo fundamental para la actuación de otros especialistas indispensables en los estudios y diseños requeridos por un proyecto vial. Sus resultados y recomendaciones permitirán la verificación o el ajuste de las características geométricas óptimas dispuestas para el proyecto, como se exige en el volumen correspondiente a trazado y diseño geométrico de manera que garanticen teóricamente la administración de un volumen de tránsito que corresponda al nivel de servicio elegido para el proyecto.

De igual forma, los resultados del Estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio servirán como base

fundamental para los cálculos y el diseño del pavimento a construir, descrito en el respectivo volumen. Adicionalmente, las consideraciones y resultados del Estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio serán un referente primario para la elaboración del Componente Ambiental y Social, toda vez, que los efectos del tránsito en términos de contaminación ambiental y polución por ruido, entre otros, son materia de especial análisis en el campo ambiental.

También el análisis de las demandas de tránsito vehicular proyectadas, junto con los criterios y parámetros adoptados en el diseño geométrico vial, permitirán la mejor elaboración del capítulo del "Estudio de Seguridad Vial y Señalización", correlativo a la prevención de la accidentalidad, como elemento indispensable del diseño integral de una infraestructura vial.

Finalmente, los resultados del Estudio de Transporte, y particularmente los volúmenes de Tránsito Promedio Diario -TPD- serán esenciales para los estudios de Evaluación Económica del Proyecto que posiblemente mostrará de manera más precisa en términos económicos las bondades del proyecto.

Es prudente señalar también que el Consultor debe incluir recomendaciones de acuerdo con los cambios del proyecto en el tiempo; es decir indicar pautas que permitan al INVIAS planificar la gradualidad de la infraestructura mediante un adecuado monitoreo periódico con seguimientos a la demanda existente por lo menos cada cinco años.

Se recuerda 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.

El consultor deberá dejar explícitamente la recomendación sobre la necesidad de actualizar los análisis y proyecciones del tránsito realizadas, en caso de que el año de inicio del proyecto sea diferente al previsto en el presente estudio.

Presentar los diseños de señalización, dispositivos de control y seguridad vial, y la estimación de cantidades para la estimación del presupuesto de la etapa de construcción.

Conclusiones, recomendaciones y lineamientos para la construcción de las obras y soluciones viales.

### 5.1. Anexos

Toda la información secundaria y primaria que haya sido utilizada para el desarrollo del Estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio será organizada en medio digital y se catalogará de tal forma que se facilite su consulta, tanto por parte del Interventor, como por cualquier otra persona que en el presente o en el futuro se encuentre interesada en acceder a esa información.

Toda la información primaria obtenida mediante estudios de campo será almacenada en bases de datos, según los estándares que se hayan acordado con el Interventor.

- **VOLUMEN II. ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL.**

El Informe Final de Trazado y Diseño Geométrico, debe considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEOREFERENCIADA
CAPITULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO
CAPITULO 4. DISEÑO GEOMÉTRICO
CAPÍTULO 5. MODELACIÓN
CAPÍTULO 6. SEGURIDAD VIAL
CAPÍTULO 7. DISEÑO DE SEÑALIZACION VIAL
CAPÍTULO 8. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO
CAPITULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 10. ANEXOS

**Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

**a. OBJETIVO**

El Estudio de Trazado y Diseño Geométrico, consiste en la definición del trazado de la vía teniendo en cuenta las características solicitadas y condiciones que se espera tener en cuanto a capacidad y velocidades de operación. Este deberá ser definido, integrando la geología, geotecnia, hidráulica ambiental y la definición de las obras principales necesarias para garantizar la estabilidad del proyecto.

En concordancia y una vez definido el diseño geométrico se debe realizar el diseño de la señalización y establecer los parámetros y ajustes para el tema de seguridad vial de forma tal que se brinde a los usuarios de la vía y la estructura seguridad y bienestar.

**b. ALCANCES**

El Contratista deberá definir un diseño geométrico acorde con las normas y criterios establecidos en El Manual de Diseño Geométrico del INVIAS vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños. Se debe diseñar en forma definitiva el eje en planta de la carretera.

Realizar el replanteo de la línea de ceros, seguidamente la toma detallada de topografía ya sea por la metodología convencional o por sistemas alternos cuyo resultado se encuentre dentro de las tolerancias

admisibles para levantamientos topográficos de esta índole (Norma Técnica Colombiana para Estudios Topográficos NTC-6271).

El trazado se deberá integrar e interactuar con los estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos, ambientales, sociales y prediales, restricciones u otros sobre el corredor, con el propósito de garantizar condiciones de estabilidad y sostenibilidad; de esta manera se hará necesario efectuar modificaciones al trazado (si las condiciones particulares del proyecto lo permiten) de manera repetitiva hasta conseguir que cumpla con todas las condiciones.

El Contratista deberá al realizar un análisis de amenaza a procesos de remoción en masa e identificación de sitios críticos sobre el corredor objeto de estudio, para que estos sean un condicionante del trazado y para que todas las obras apunten a la solución de estas problemáticas.

Revisar los sistemas inteligentes aplicados al transporte, presentes en el mercado, analizar cada uno de ellos y determinar cuáles pueden ser aplicados en el proyecto y bajo qué condiciones de operatividad.

A partir del diseño geométrico de la vía, el Consultor tendrá que realizar el estudio de seguridad vial para todo el proyecto, para lo cual debe apoyarse en información primaria del estudio de tránsito, como la localización en el proyecto de los sitios cuantificados en estadísticas de accidentalidad, con el fin de determinar los puntos críticos en la vía y estudiar las posibles causas que generan los accidentes y que puedan estar relacionadas con la geometría de la vía.

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. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEOREFERENCIADA

Para el levantamiento y procesamiento de la información topográfica, el Contratista podrá escoger entre sensor remoto transportado o levantamientos topográficos convencionales, así como el procedimiento a seguir, siempre y cuando el nivel de detalle de los productos geográficos generados alcance como mínimo una escala 1:1.000, para lo cual, se aceptará una tolerancia en precisión de máximo 0,40 metros. (Normativa referencia NTC-6271).

Es fundamental tener en cuenta que para obtener resultados a dicha escala a partir de información raster (imágenes satelitales, aerofotografías), se debe garantizar que el contenido y estructura de los datos provenientes a dicha tecnología cumpla ciertos parámetros, es decir, para imágenes de satélite, una resolución espacial (tamaño de la mínima unidad de información incluida en la imagen, denominada como pixel) máxima de 1.0m, o de tratarse de aerofotografías digitales, un rango de GSD (GroundSamplingDistance) – tamaño del pixel en el terreno) de 15 cm.

El modelo en tres dimensiones se llevará a cabo mediante radiación con ET (Estación total), GPS (sistema de posicionamiento global) o LIDAR (Light Detection And Ranging) o equipos similares (siempre y cuando su precisión sea la suficiente para justificar su uso en lugar de equipos convencionales).

## 2.1. Actividades de Topografia

Para las actividades de topografía se deberán seguir los lineamientos establecidos en la Norma Técnica Colombiana para Estudios Topográficos NTC-6271, con el fin de dar cumplimiento a los criterios técnicos establecidos en el presente numeral.

Las actividades a realizar de topografía se describen a continuación:

### a. Georreferenciación:

Se materializarán un par de mojones intervisibles cada 3 Km a lo largo de todo el proyecto. Estos mojones deberán ser realizados en concreto con las siguientes dimensiones: 30cm x 30cm, profundidad mínima de 60cm, deberán sobresalir del terreno mínimo 20cm y deberán ser fundidos en forma de pata de elefante.

- Cada mojón deberá tener una placa de bronce o aluminio en su parte superior y deberá estar marcada con el nombre del consultor, numero de contrato, numero consecutivo del mojón, INVIAS y el año.
- La ubicación de los mojones deberá ser establecida teniendo en cuenta que no sean afectados con las obras a realizar y que garanticen una máscara de despeje de máximo 30º.
- La red de mojones ubicada a lo largo del proyecto deberá ser posicionada con GPS doble frecuencia de última generación creando una red geodésica de alta precisión con el método estático diferencial con doble determinación usando un mínimo de 4 equipos. Los vértices deberán ser determinados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.
- El Contratista deberá entregar las especificaciones de cada uno de los equipos GPS utilizados para el posicionamiento, así como los parámetros de las antenas utilizadas. Los equipos deberán ser doble frecuencia sin excepción y preferiblemente tener sistema RTK y GLONASS.
- Para realizar los cálculos, el Contratista deberá utilizar las efemérides precisas del IGNS para las semanas en que se realizó el posicionamiento. Los archivos de las efemérides precisas deberán ser entregados, al igual que los archivos del posicionamiento en formato RINEX.
- El consultor deberá entregar los puntos de apoyo utilizados de la Red Magna-Sirgas (estaciones permanentes), los formatos de descripción de cada vértice, los esquemas de determinación, los resúmenes de ocupación, el resumen de cálculos y el cuadro de coordenadas calculadas.

### b. Amarre Horizontal:

A partir de los mojones GPS materializados y posicionados se deberá establecer una poligonal que arranque de cada pareja de GPS y cierre en la siguiente pareja. La poligonal realizada deberá tener una

precisión de cierre milimétrica.

Los vértices principales de la poligonal deberán ser materializados en concreto con una distancia promedio de 250m, se ubicarán en lugares que no se vean afectados por la realización de las obras y en donde puedan perdurar la mayor cantidad de tiempo. Estos también podrán ser ubicados en zonas duras como muros, cabezotes, puentes, andenes, entre otros, que garanticen condiciones de estabilidad.

Los mojones materializados cada 250m cumplirán doble función para el amarre horizontal y el amarre vertical por lo que se denominarán Deltas-BMs y deberán estar numerados consecutivamente de acuerdo a la poligonal y se identificarán como D-BM-#. Se materializarán de 10cmx10cm y profundidad de 30cm con su respectiva placa de numeración.

**c. Amarre Vertical:**

La poligonal realizada anteriormente deberá ser nivelada y contra nivelada utilizando como bases los D-BMs para hacer los cierres parciales.

Para hacer el amarre vertical se determinarán los NPs del IGAC disponibles a lo largo del proyecto y a partir de estos se establecerá la metodología para corregir el error vertical de las nivelaciones.

De no existir NPs o ser escasos se podrá trasladar cotas a todos los GPSs mediante el modelo geoidal GEOCOL 2004 e ir ajustando la nivelación entre GPSs que cumplan con el error de cierre de un centímetro por kilómetro o ir descartándolos hasta el siguiente que cumpla.

**d. Levantamientos Topográficos:**

Los levantamientos topográficos se realizarán de acuerdo a si se utiliza alguno de los métodos de obtención de información digital o si se realizan los levantamientos por la metodología convencional. El Contratista podrá escoger la metodología para la toma de información siempre y cuando los resultados se presenten a escala 1:1000 y pueda obtener curvas de nivel cada metro (para terreno montañoso y escarpado; y en terreno plano con una separación mayor a esta, previa aprobación de la interventoría).

A continuación, se describen los levantamientos necesarios para una u otra metodología:

**e. Levantamiento Convencional:**

Los Levantamientos topográficos se realizarán por medio de estación total realizando una nube de puntos en forma de sección transversal con el fin de levantar todos los quiebres del terreno en un ancho mínimo de 100m.

Con apoyo en la poligonal base, se realizará el levantamiento topográfico de cada tramo con definición de

líneas de paramento, antejardines, silueta de andenes, separadores, sardineles, accesos a garajes, bermas, bordes de vía, quebradas, ríos, cercas, torres de energía, accesorios sobre líneas matrices de redes de distribución, postes, hidrantes, cajas, válvulas, bancas, cunetas, alcantarillas, señales de tránsito, semáforos, armarios y demás detalles que se encuentren dentro de la zona de influencia y tengan relevancia para el desarrollo del proyecto.

Todos los detalles se tomarán con estación total y serán guardados en memoria interna, donde los puntos que permiten la definición de la planta serán nivelados trigonométricamente.

En la cartera de campo se especificará en forma muy detallada el gráfico aproximado del área de trabajo, anotando en ella direcciones de sardinel, paramentos, curvas, separadores, nombres de predios, nomenclatura etc.

Las carteras de topografía contendrán dibujadas la mayor información del terreno, para poder orientar en forma adecuada los trabajos de oficina.

Se tomarán secciones en todos los cruces menores y mayores de agua donde se definan obras de alcantarillas y puentes y otros que tengan incidencia en el trazado, para poder definir las soluciones más convenientes. Estas se realizarán materializando poligonales auxiliares a lo largo del cauce, que para el caso, no será menor de 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo del eje, (y/o en la distancia que cada caso particular así lo requiera, lo cual será objeto de aprobación por parte de interventoría), las mismas que serán niveladas y a partir de ello se obtendrán secciones transversales del cauce y las pendientes de los cauces naturales.

Los levantamientos topográficos deben hacerse con un alto grado de precisión y de detalle.

Se tomará topografía detallada en zonas de ponteaderos, portales, así como donde se presenten sitios potencialmente inestables de la ladera, para que los especialistas diseñen la solución que corresponda; el área deberá ser determinada conjuntamente con la Interventoría.

Se incluyen en esta actividad los levantamientos topográficos requeridos, muros, áreas de fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, etc.

**f. Cartografía Digital:**

Si se obtiene la cartografía a partir de aerofotografías, imágenes de satélite o imágenes capturadas con Sensor Remoto transportado, se deberán realizar los siguientes levantamientos topográficos, para garantizar la precisión de los trabajos. El empleo de la captura de la cartografía por la presente metodología, obliga al consultor previo a la utilización de la misma, a realizar tramos de prueba por medio de topografía convencional para comparar los resultados y garantizar los errores mínimos admisibles. Lo anterior si es el caso hará parte de la metodología particular y será avalado por interventoría.

- Realizar el amarre horizontal y vertical del proyecto como fue descrito en los capítulos anteriores.
- Se deberá tomar topografía detallada en zonas de interés como ponteaderos, portales, inestabilidades, zonas boscosas, cruces Importantes entre otros.

Cualquiera que sea la metodología empleada, se deben garantizar la calidad de información a la escala solicitada, la cual permita adelantar los trabajos según los requerimientos establecidos para las diferentes área de estudio.

Una vez aprobado el eje de diseño por parte de la interventoría, el consultor debe implementar los métodos necesarios para verificar la consistencia del eje, con las condiciones reales en terreno.

NOTA: Todo aquel personal responsable de adelantar validación de actividades de topografía para cualquiera de las áreas de estudio, deberá estar inscrito en el Consejo Profesional Nacional de Topografía. Los documentos resultados de esta actividad deben contener la firma del personal responsable, acompañado del número de licencia profesional vigente.

## Capítulo 3. CRITERIOS DE DISEÑO

Se deberá revisar todas las características, radios mínimos, máximos, pendientes, anchos, alturas sobre el nivel del mar, puntos críticos, zonas inestables, condiciones de operación entre otras.

Antes de iniciar el trazado sobre el corredor seleccionado, se deberá realizar la conceptualización del proyecto, definiendo los criterios y objetivos a buscar, las características deseadas, los condicionantes propios del proyecto, las amenazas, la interacción con las otras especialidades, entre otros, con el fin de que se establezca con anterioridad hacia dónde debe ir el proyecto y la carretera que se espera obtener.

A partir de la conceptualización del proyecto se deberán plantear los criterios a aplicar en el desarrollo del proyecto, definiendo las siguientes características geométricas:

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

El Consultor, una vez haya empleado en el diseño los anteriores elementos que conforman el diseño vial, empleando los criterios y parámetros contenidos en las normas de diseño, materializara en campo el trazado definitivo aprobado por la Interventoría.

Para el caso de vías de dos carriles y trafico bidireccional, el Consultor mostrará el mejoramiento del proyecto a partir del parámetro denominado Distancia de Visibilidad, al obtener con las nuevas velocidades y nuevos diseños mayores longitudes de distancia de visibilidad e incluso de tramos con oportunidades de adelantamiento y verificar esta condición mediante el análisis en tres dimensiones de la distancia de visibilidad del proyecto obtenida del software especializado.

En los casos donde se tenga tramos con pendientes constante en ascenso cuyos valores sean cercanos a la pendiente máxima admitida y longitudes prolongadas, además de un tránsito importante de camiones, se estudiará la implantación de un carril adicional a partir de la longitud critica establecida en el Manual de Diseño Geométrico. En estos mismos sectores para los vehículos que descienden y han tenido avería en su sistema de frenos, se podra proponer la implantación de rampas de escape o de frenado para la protección de los usuarios.

## Capítulo 4. DISEÑO GEOMETRICO

Se deberá realizar el trazado cumpliendo con lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS vigente a la fecha de la elaboración de los estudios y diseños, los criterios y premisas establecidos en el capítulo anterior.

En trazados de alta montaña se deberá tener especial cuidado con el alineamiento vertical, buscando que no se establezcan pendientes fuertes en longitudes prolongadas ya que esto será un limitante directo de la velocidad del proyecto.

Las obras principales planteadas producto del trazado geométrico deberán ser el resultado del análisis de amenaza y estabilidad del corredor. Teniendo como premisa un horizonte mínimo de 20 años, y las condiciones que gobernarán el corredor.

El trazado deberá ser el producto de un análisis interdisciplinario donde se tenga en cuenta todos los puntos críticos, zonas potenciales de falla, amenazas, reservas naturales y demás condicionantes del diseño. Se deberá realizar un plano donde se puedan apreciar todos estos elementos junto con el trazado con el fin de evaluar su interacción y acordar en forma conjunta las obras especiales requeridas para cada caso.

Cada sector particular podrá 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.

El trazado debe contemplar, prever y diseñar las intersecciones que resulten producto del diseño de

acuerdo con los volúmenes y demandas previstas.

Dentro del proceso de diseño, el Contratista deberá ir calculando el movimiento de tierras y deberá optimizarlo con el fin de garantizar las menores longitudes de acarreo. En interacción con el especialista en geotecnia deberá determinar los porcentajes aprovechables de cada sector de corte así como los porcentajes de transición del material de banco a suelto y a compacto. Se deberá realizar un esquema donde se determine la ubicación de los cortes, los llenos, los préstamos y sitios de disposición de sobrantes con el fin de determinar los acarreos.

En dobles calzadas o desdoblamiento de la vía existente, se deberá analizar diferentes alternativas propuestas para la vía, con el objeto de lograr la mejor solución vial, partiendo de los criterios específicos contenidos en el Manual de Diseño Geométrico y por parte de la Entidad Contratante, específicamente asociados a la asignación de la velocidad de diseño a cada tramo homogéneo.

Se deberá analizar diferentes alternativas para la vía, 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.

## Capítulo 5 MODELACIÓN

El trazado deberá ser realizado con software de diseño que permita realizar la visualización de planta, perfil y sección transversal de forma simultánea, así como que cada modificación que se realice en alguno de estos elementos se actualice en los otros dos.

El software deberá permitir realizar modelaciones 3D de forma rápida con el fin de verificar y validar los criterios planteados. Estas modelaciones deberán ser presentadas y entregadas al INVIAS durante el proceso de diseño. Deberá entregarse una modelación del diseño aprobado.

El Contratista a partir del diseño deberá modelar o calcular las distancias de visibilidad, de tal manera que los sitios donde se presente este evento sean mínimos, en caso contrario, el Contratista debe proponer alternativas de solución como el doble carril de ascenso o el doble carril de adelantamiento, con miras a lograr que la operación de la vía sea expedita.

El Contratista deberá realizar un análisis de consistencia del diseño utilizando los modelos aplicables al proyecto o utilizando el InteractiveHighway Safety DesignModel (IHSDM). Con los resultados obtenidos, el diseñador deberá realizar cambios en los elementos del diseño geométrico con el fin de mejorar o corregir los elementos que puedan poner en riesgo la seguridad de los usuarios.

A partir de la modelación anterior se deberá entregar un perfil de velocidades a lo largo del proyecto identificando las zonas donde se presenten cambios bruscos de velocidad. Se deberá tener en cuenta que en Colombia las velocidades a las que circulan los usuarios son muy superiores a las velocidades de diseño.

## Capítulo 6 SEGURIDAD VIAL

El Contratista deberá efectuar el estudio de seguridad vial de todo el corredor vial y/o en los puntos de posible conflicto para identificar riesgos, amenazas y vulnerabilidad de la operación de la vía existente. Estas condiciones pueden potencialmente afectar a los usuarios en todas sus categorías: conductores, pasajeros, peatones, y ciclistas, entre otros.

Como resultado de los análisis de seguridad, se identificarán los *puntos críticos* y se definirá el tratamiento adecuado en términos, esquemas y protocolos precisos para disminuir los riesgos de accidentalidad vial, ya sea vehicular y/o peatonal y/o bici-usuarios, una vez el proyecto entre en operación y durante el curso de su vida útil.

El estudio de seguridad vial se hace a partir del análisis del diseño geométrico en planta y perfil, como resultado del mismo se deben establecer acciones preventivas a implementar, las cuales se deben ver reflejadas por ejemplo en la misma señalización definitiva.

En aras de la seguridad en la operación de la vía, el Contratista deberá hacer un pormenorizado estudio del sector para determinar las condiciones climáticas imperantes a lo largo del año, a fin de dotar de elementos reflectivos, como las tachas, las líneas centrales, entre otros.

## Capítulo 7 DISEÑO DE SEÑALIZACION VIAL

A partir del estudio de seguridad vial, el Contratista debe realizar el estudio y diseño de la señalización tanto vertical como horizontal de la estructura planteada, los accesos a la misma la vía y la proximidad hacia ella, los puntos críticos, zonas especiales, zonas de conflicto y demás puntos de interés que requieran un tratamiento particular, a través de esquemas típicos de señalización tomados directamente del Manual de Señalización Vial (Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas) vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

Se presentará la ubicación de cada tipo de señal, con su diseño respectivo, indicando sus dimensiones y contenido; así mismo, se presentarán los cuadros resúmenes de las dimensiones de las mismas. El diseño de la señalización deberá ser compatible con el diseño geométrico de la vía existente, de manera que las señales no generen riesgo y posean óptima visibilidad en concordancia con la velocidad y necesidad del proyecto.

El Contratista está en la obligación de asesorarse de un especialista en materia de Seguridad Vial y Señalización, como lo pide el Manual de Señalización vigente, que cuente con la experiencia de por lo menos dos años haber señalizado alguna vía de carácter nacional o regional, para garantizar de esta forma que sea un profesional con un criterio ya formado en la interpretación de lo establecido en el Manual de señalización vial a fin de evitar el uso inadecuado de la señalización vial ya que en este caso, el exceso de

señalización la torna en un elemento inocuo e inútil para la seguridad en la vía.

El estudio de señalización definitiva se debe entregar en planos con extensión .dwg en escala 1:1.000 sobre los trazados de planta y perfil, o a criterio del Contratista donde se pueda visualizar adecuadamente, en común acuerdo con la Interventoría.

En cada plano se deben incluir tablas con las cantidades de materiales a implementar en la vía, estructura y accesos, todas las señales del proyecto se deben codificar.

## Capítulo 8. PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

Para la ejecución del proyecto, el Contratista deberá diseñar un Plan de Manejo de Tránsito que busque mitigar el impacto durante el periodo de la construcción, este plan debe ser aprobado por la Interventoría y presentado a la Autoridad de tránsito correspondiente para su aprobación. Para la elaboración de dicho plan, se debe tener en cuenta la circulación del tránsito actual, tanto vehicular como peatonal, verificando que permita simultáneamente los trabajos en la vía y la operación normal de la misma.

Como resultado del diseño de la señalización de obra se deberán entregar adicionalmente del documento, los planos de señalización típicos para el manejo de tránsito y la cuantificación los recursos que permitan mitigar el impacto de la construcción en las condiciones de movilidad y desplazamiento, informando previamente mediante la socialización y con el detalle apropiado a la comunidad afectada.

El Contratista presentará como minimo en su informe final:

- Un modelo del protocolo necesario para la capacitación de las personas encargadas de implementar el Plan de manejo de tránsito, de tal manera que este personal desempeñe su papel con toda la idoneidad del caso con el fin de evitar accidentes en la obra.
- El estimativo de los costos que involucren el Plan de Manejo de Tránsito, donde se contemplen los costos de personal, los costos de los elementos de señalización en etapa de construcción, tales como las señales verticales, la demarcación las colombinas, la cinta plástica los conos, las flechas luminosas, los uniformes para el personal de control, así como los vehículos necesarios para el desplazamiento de las señales, los equipos de comunicación y todos los elementos que hagan falta para un adecuado manejo de tránsito.
- Las recomendaciones sobre el empleo de varios tipos de dispositivos utilizados para el control del tránsito durante la construcción y las guías de uso. Para la realización de este Plan de Manejo de Tránsito se deberán seguir las pautas indicadas en el Capítulo de Señalización de Obras del Manual de Señalización Vial vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.
- Un plan de seguridad vial completo que muestre claramente las acciones y medidas necesarias a tomar durante el proceso de construcción.

## Capítulo 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los documentos oficiales que establecen las especificaciones del contenido de este volumen son los manuales técnicos publicados por la Entidad tales como: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Manual de Señalización Vial, Manual de Drenaje para Carreteras, etc.

El Contratista deberá revisar y rediseñar los elementos que componen la sección transversal de la vía tales como: bombeo, peraltes, bermas, cunetas, bordillos, sobrearcos, etc., haciendo énfasis en la determinación de las cotas de los empalmes de estos elementos, para que su transición sea suave y uniforme de tal manera que no se causen sobresaltos que pongan en riesgo la seguridad de los vehículos que transitan por la carretera en estudio. En concordancia con lo anterior el diseñador debe buscar dar cumplimiento a las especificaciones de diseño del Manual de Diseño Geométrico INVIAS vigente a la fecha de elaboración de los Estudios y Diseños; en aquellos casos de no poder dar cumplimiento, debido al alcance del presente estudio para cada situación y/o tramo particular debe soportar de manera técnica y poner en conocimiento del grupo interventor de las limitantes encontradas, para esta forma obtener la aprobación por parte de Interventoría.

El Contratista debe formular las recomendaciones a tener en consideración durante la etapa de construcción y puesta en marcha del proyecto.

Deberá establecer los principales resultados obtenidos para el proyecto, así como un resumen descriptivo de las obras principales.

Por lo general la operación vial, en distintos momentos y sitios, puede generar accidentes. El Estudio de Seguridad Vial y Señalización deberá prevenir y mitigar la accidentalidad, que desde luego no depende exclusivamente de este aspecto. No obstante, la calidad y pertinencia técnica de la señalización en un proyecto vial, puede contribuir a la mitigación de los riesgos de accidentalidad y todas sus consecuencias para conductores, vehículos, peatones, y para la sociedad en general.

El objetivo final de estudio de seguridad vial es lograr que el proyecto que se estudia pueda registrar en el futuro un incremento en los indicadores de seguridad para el tránsito.

## Capítulo 10. ANEXOS

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

### PLANOS

Se elaborarán los planos requeridos para el proyecto, y se deberán presentar mínimo los siguientes:

***Ubicación Geográfica del Proyecto:*** Se presentará un plano en donde se muestre la ubicación del

proyecto respecto a la región y el contexto nacional, en Planchas de 1.0 X 0.7 m. y su respectivo archivo magnético en formato .dwg o compatible.

***Reducido del Proyecto:*** Se presentará los formatos a escala horizontal 1:10.000 y en vertical a escala 1:1000, con curvas de nivel cada cinco metros (5 m) o la que el Contratista considere en común acuerdo con la Interventoría y debe contener:

- Reducido de la Planta:

  •Distribución de planchas de localización del proyecto con su respectiva numeración (Esc. 1:10000).
  •Abscisado cada 250 m.
  •Referencia detallada de las abscisas de iniciación y terminación del proyecto.
  •Localización con sus respectivos nombres de ríos y quebradas de importancia.
  •Ubicación y nombre de accidentes geográficos, municipios y corregimientos que tengan comunicación con el proyecto.
  •Orientación del proyecto (norte- sur)
  •Esquema de la sección transversal típica

- Reducido del Perfil:

  •Perfil longitudinal del terreno
  •Localización de puentes, pontones, muros y obras complementarias.
  •Pendientes del proyecto
  •Abscisado cada 250 m.
  •Resumen de cantidades de obra cada 2 km

***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 a 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 (línea continua)
•Sobre ancho de calzada dibujada
•Ancho de zona
•Referencias BMs
•Escalas gráficas
•Elementos de curvaturas del proyecto, incluye coordenadas de los PR
•Localización de obras principales puentes, túneles, alcantarillas y muros proyectados.
•Abscisado cada 100 m con indicación del km dentro de un círculo
•Cuadro de especificaciones (Velocidad de diseño, TPD, Índice de clasificación, Calzada, Bermas, Corona, Separador, Pendientes máxima y mínima, Radios mínimos, Curvas verticales, Separador, Gálibos, Tipo de Tránsito (TL, TM, TP), Velocidad de diseño, Distancia de velocidad de parada, Distancia de velocidad de paso, Ancho de estructura, Alto de estructura)
•Zonas de inestabilidad geotécnica
•Nombres de los ríos y quebradas, indicando sentido de las aguas
•Ubicación de sitios críticos
•Localización de filtros y entregas

- Perfil longitudinal:

•Escalas H 1:1000 V 1:100
•Perfil de terreno existente por el eje y la media banca superior e inferior
•Proyecto de rasante con indicación 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 de ríos y quebradas
•Muros de contención
•Movimiento de tierra cada 100 m

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

•Bermas.
•Pendientes transversales.
•Obras de urbanismo.
•Velocidad de diseño
•Ancho de calzada

•Ancho de bermas
•Ancho del separador (Si aplica)
•Pendiente longitudinal Máxima y Mínima
•Geometría sección en túnel (Si aplica)
•Geometría sección en puente o viaducto (Si aplica)
•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 gráfico y deben contener:

•Escalas horizontal y vertical 1:200 o 1:100.
•Se presentarán cada 20 metros.
•Estructura de pavimento proyectada
•Taludes
•Cunetas.
•Planos topográficos en planta y perfil de los sitios de ponteaderos, para obras de drenaje de luces mayores a cinco metros (5.0 m), a escalas horizontal y vertical 1:500.

***Carteras del Proyecto y de Replanteo:*** Se deberá presentar los listados contenidos en el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVIAS; los cuales entre otros son:

- Carteras de Topografía

•Carteras de Levantamientos de Campo
•Calculo de Coordenadas
•Carteras de Poligonal
•Carteras de Nivelación
•Certificados de Calibración de Equipos

- Carteras de Diseño

•Cartera de Alineamiento Horizontal.
•Cartera de Alineamiento Vertical
•Cartera de Rasantes y peraltes (Eje: Abscisa y Cota – Borde Izquierdo: Peralte, Distancia y Cota - Borde Derecho: Peralte, Distancia y Cota).
•Replanteo de la totalidad de la sección transversal.
•Cartera de Chaflán incluyendo cota de trabajo en el eje.
•Cartera de Movimiento de Tierras.
•Análisis de Movimiento de Tierras.

•Listado de Análisis de visibilidad.

***Planos de Señalización:*** Los planos de señalización del estudio, se deben presentar en archivo gráfico y deben contener Escalas horizontal y vertical 1:1000 para corredores y 1:500 para intersecciones.

- **VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGÍA.**

El volumen final de estudio de Geología deberá tener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. EXÁMEN DE LOS SITIOS DE PONTEADEROS Y/O PUENTES Y/O VIADUCTOS Y/O ALCANTARILLAS
CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE PUNTOS CRÍTICOS Y/O ZONAS INESTABLES
CAPÍTULO 4. ESTUDIO GEOLÓGICO DE DETALLES PARA TÚNELES
CAPÍTULO 5. TRABAJOS DE CAMPO
CAPÍTULO 6 ESTUDIO GEOLÓGICO DEL ALINEAMIENTO
CAPÍTULO 7. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES
CAPÍTULO 8. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN
CAPÍTULO 9. ESTUDIO DE LAS AMENAZAS GEOLÓGICAS DEL CORREDOR
CAPÍTULO 10. ESTUDIO DE LAS ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES
CAPÍTULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 12. ANEXOS

**Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

El objetivo del estudio de geología es proporcionar la información de detalle para los estudios y diseños requeridos, a partir de la caracterización geológica y geomorfológica para la ingeniería de la zona del proyecto, realizar la descripción geológica detallada de los afloramientos, geomorfología de elementos, apiques, trincheras, corazones de suelo y roca de las perforaciones. 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 estudio debe permitir tener la información para adelantar la caracterización geológica (tectónica, geomorfológica e hidrogeológica) y reconocer los principales problemas del corredor, a partir de cartografía geológica, técnicas geofísicas, y en caso de requerirse, perforaciones y excavaciones de ensayo que permitan definir los sistemas de investigación más apropiados para ser empleados en los estudios (Para garantizar una adecuada caracterización, el Contratista deberá presentar un plan de exploración, basado en lo particular del sector y/o punto de interés, que permita tener los elementos suficientes para describir, clasificar, diagnosticar y así generar la propuesta de solución que se viable tanto ingenieril como económicamente.

Para aquellos puntos críticos y/o zonas inestables a lo largo del corredor en estudio, es recomendable: incluir capítulo descriptivo de hidrogeología (reconocer y caracterizar las unidades hidrogeológicas, zonas de recarga, transferencia y confluencia con definición de red de flujo subterráneo), el cual debe relacionarse con el flujo de agua subterránea (estratos profundos de suelos) y superficial; no obstante, se deberá estimar la posición del nivel freático medio y su posible variabilidad en diferentes épocas del año. Se elaborarán mapas geológicos generales, semi-detallados y detallados en escalas >=1:10.000 y <=1:1000 (perfiles y columnas estratigráficas que permiten definir parámetros geotécnicos de estabilidad), realizando también un análisis geomorfológico para la evaluación de procesos y riesgos naturales, con mapeo de procesos morfo dinámicos antiguos y recientes de unidades a nivel de componentes y elementos geomorfológicos. Para la realización del presente volumen, se deben realizar trabajos de topografía, planimétricos y altimétricos (curvas de nivel menor o igual al metro), los cuales deben permitir identificar las características y elementos físicos en el área de interés, para después graficar la forma de la zona de estudio en planimetría y altimetría, así como sus modificaciones representándose en escalas adecuadas, obteniendo, ubicación, áreas, distancias y pendientes entre otros. De manera preliminar se recopilará información de tipo secundaria (cartografía básica digital en lo posible), para de esta manera determinar el tipo de metodología para la captura de información en terreno, y garantizar la calidad deseada para el proyecto. El Contratista debe iniciar con la recopilación de información secundaria disponible tanto la que cuenta el Servicio Geológico Colombiano, como la que pueda poseer los municipios, corporaciones regionales. Se deben identificar aquellas zonas que se puedan delimitar y que sean homogéneas en cuanto a sus características geotécnicas básicas (lo anterior denominado Unidades de Geología para Ingeniería UGI). El Contratista debe realizar una identificación de las UGI de acuerdo a su origen, que se complementará con la descripción litológica para cada uno de sus capas o estratos. Las UGI antes identificadas deben delimitarse con base en la clasificación del terreno en unidades geomorfológicas, con el apoyo de la información de tipo secundaria. La caracterización de esta UGI debe incluir levantamiento en terreno de datos estratigráficos y datos que puedan incidir en el comportamiento mecánico de los materiales, litología y rasgos estructurales (unidades de roca, unidades de suelo); lo anterior complementado con sondeos exploratorios (básicos y/o detallados), ensayos de laboratorio (ensayos que permitan la caracterización de los materiales); esta campaña exploratoria deben estar ubicadas en zonas estratégicas de la zona de estudio, las cuales sean representativas del área en particular. Los resultados cartográficos que se obtengan o produzcan deberán estar referidos al sistema de coordenadas Magna Sirgas, al igual se deben dejar referencias para poder previo a la implementación de las soluciones planteadas, realizar el monitoreo periódico de la zona. La estructura geológica adoptada para el diseño se debe mostrar en las secciones seleccionadas para el análisis. Se debe generar un mapa de geología para ingeniería el cual "*muestre información sobre la distribución y propiedades físicas y mecánicas de las rocas y los suelos, el agua subterránea, las características del relieve y los procesos geodinámicas actuales, que son considerados los componentes básicos del ambiente geológico, de suma importancia en estudios de geología aplicada a la ingeniería*" – Ref: GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA). Esta guía es aplicable tanto para puntos críticos independientes, como para zonas y/o tramos del corredor.

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

• Proponer los taludes más favorables para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad de las explanaciones, fundación de los terraplenes, otras estructuras, estabilidad para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo, teniendo en cuenta las posibles fuentes de amenaza o riesgo, de haber presencia de roca se requiere que el profesional en la rama de geología efectué un análisis de estabilidad de taludes cinemático utilizando proyecciones estratigráficas o cualquier otro método, con el fin de posteriormente, se efectué el análisis de estabilidad desde el punto de vista geotécnico.

• Complementar en detalle la investigación geológica y geotécnica en zonas inestables, ponteaderos puentes y/o viaductos, fuentes de materiales y sitios de disposición identificados en la zona del corredor del proyecto.

• Recomendar los sitios apropiados de explotación de materiales de construcción, los cuales cumplan las normas de calidad, a menor costo y acorde con la viabilidad ambiental.

• Recomendar los sitios apropiados para disponer los materiales sobrantes y el manejo de los mismos de acuerdo con lo estipulado en el PAGA y/o E.I.A. y/o D.A.A.

• Efectuar la más acertada estimación posible del costo por los movimientos de tierras, con base en una adecuada clasificación de los materiales para pago.

• Recomendar la necesidad de introducir mejoras al proyecto desde el punto de vista geométrico acorde con las condiciones geológicas más favorables para realizar los cortes, y en concordancia con los riesgos y amenazas evaluadas.

• Definir de manera conjunta con la geotecnia la localización más adecuada para adelantar los trabajos de exploración de campo mediante la realización de perforaciones mecánicas en los sitios inestables, corredor del proyecto, fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, etc.

• Identificar de los núcleos de roca producto de las perforaciones, clasificación de los macizos rocosos, definición de parámetros que permitan especificar la resistencia de la roca, y definición del perfil estratigráfico, conjuntamente con el profesional especialista en Geotecnia.

• 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.

## Capítulo 2. ESTUDIO DE LOS SITIOS DE PONTEADEROS Y/O PUENTES Y/O VIADUCTOS Y/O ALCANTARILLAS

El geólogo hará el estudio geológico a escala mayor a 1:2.000 de los sitios de puentes, corrientes y alcantarillas importantes previstas. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, patrones de afloramiento, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características geológicas. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado realizado. La resistencia de suelos y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica descrito por Marinos et al. (2005).

Se realizarán los apiques y trincheras necesarios para describir los suelos y la meteorización de las rocas. Como técnica de comprobación y/o exploración se realizarán sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar y perforaciones corazonadas, que servirán, en algunos lugares, para amplia investigación del subsuelo.

Se hará mapeo de los contornos estructurales con descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones. Los cortes geológicos verticales, a escalas mayores a 1:2.000 integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

Para el estudio de los ponteaderos y/o puentes y/o viaductos, 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), se recomienda el uso de los formatos de recolección de información de caracterización del macizo rocoso del Servicio Geológico Colombiano de 2016.

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, 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.

**a. 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 INVIAS 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 y/o puentes y/o viaductos.

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.

## Capítulo 3. ESTUDIO DE PUNTOS CRÍTICOS Y/O 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 este capítulo.

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.

**a) 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 INVIAS 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.

## Capítulo 4. ESTUDIO GEOLÓGICO DE DETALLES PARA TÚNELES

Con respecto a la geología de Túneles en los estudios y diseños 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 IINVIAS 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.

**Capítulo 5. TRABAJOS DE CAMPO**

Durante esta etapa se realizarán las actividades de campo suficientes para verificar, comprobar o mejorar la información de sitios críticos, ponteaderos, túneles.

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..

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), la pendiente del terreno, información importante para ir delimitando las áreas que presentan formas y características homogéneas. A partir del análisis de las imágenes disponibles se realizará un mapa de cobertura de la tierra, el cual servirá de insumo para el análisis de amenazas geológicas y geología para túneles.

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 morfogenesis, morfología, morfodinámica y morfometría.

Para el caso de los ponteaderos se hace necesaria una fotointerpretación multitemporal de rasgos morfodinámicos y morfométricos del comportamiento dinámico del río o las quebradas en los sectores de interés. 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.

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados para investigar el subsuelo, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

## Capítulo 6. ESTUDIO GEOLÓGICO DEL ALINEAMIENTO

El geólogo hará el estudio geológico a escala 1:5.000 de una franja de cuatro km de ancho (o el ancho de franja que las condiciones particulares de la zona así lo amerite) centrada sobre el alineamiento, mediante fotogeología de gran escala y exploración geológica de campo. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, sobre mapas topográficos a escala 1:1.000 con curvas de nivel cada 1 m, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, posición estructural, patrones de afloramiento, tectónica (Estructuras geológicas antiguas y recientes relacionadas con plegamiento, discordancias y fallas), orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado. La resistencia de los suelos mediante pruebas insitu y ensayos de laboratorio) y en las rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica. Si se requiere, se harán apiques y trincheras, algunos sondeos eléctricos verticales, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar, y perforaciones corazonadas, para investigar el subsuelo en algunos lugares.

Se harán las descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca. Los cortes geológicos necesarios, longitudinales y transversales al alineamiento, a escala >1:5.000, integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

Igualmente, se deberán localizar y analizar las condiciones geológicas para las zonas de disposición de materiales sobrantes, y presentar un plano de semidetalle (escala 1:10.000), para cada zona de disposición de sobrantes con la geología de la zona.

Posteriormente, se prepararán mapas geotécnicos en unidades homogéneas de terreno a escala >1:5.000. Se deberá adelantar visita a los sitios más relevantes identificados en la fotointerpretación y visita e identificación en campo de las zonas de disposición de sobrantes.

Para los puntos críticos y zonas inestables del corredor es recomendable: El geólogo hará el estudio geológico a escala 1:2.000 de una franja m de ancho que permita obtener la información necesaria, centrada sobre el alineamiento, mediante fotogeología y exploración geológica de campo. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, sobre mapas topográficos a escala 1:1.000 con curvas de nivel cada, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, contornos estructurales, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado. La resistencia de los suelos se determinará mediante ensayos insitu y y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica. (IRG) y con base en el mapa geológico, se harán apiques y trincheras, algunos sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar, y perforaciones corazonadas, para investigar el subsuelo en algunos lugares. Se harán las descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca. Los cortes geológicos necesarios, longitudinales y transversales al alineamiento, a escala 1:2.000, integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones. Para el presente caso se debe hacer un inventario de movimiento en masa en la zona de interés (activos e inactivos). Como producto también se requiere a la escala indicada un mapa de unidades a nivel de elementos geomorfológico en la zona directa de afectación para ser insumo de las diferentes áreas para realizar los diseños definitivos de la solución requerida (obras de contención y/o viaductos y/o obras de alternativas de solución, etc…). Posteriormente se determinan las unidades geotécnicas homogéneas (mapas de unidades geotécnicas homogéneas), que se obtiene a partir de la sobreposiciòn del mapa de UGI y mapa de elementos geomorfológicos, los que fueron objeto de ajuste a través de la exploración geotécnica y sus respectivos ensayos de laboratorio.

**b. 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 INVIAS vigentes a la fecha de los diseños.

## Capítulo 7. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES

Este capítulo se refiere a la localización, caracterización, 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 del Volumen Componentes Ambiental y Social.

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 del - Programa de Adaptación de la Guía Ambiental – PAGA y/o Estudio de Impacto Ambiental – EIA y/o Diagnostico ambiental de alternativa – DAA según el tipo de proyecto.

**a. Información Básica**

Se harán mapas geológicos a escala 1:1.000 de cada fuente potencial de materiales de construcción. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litoestratigráficas, patrones de afloramiento, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, y resistencia de los suelos y rocas. La localización de las estaciones geológicas se realizará con las coordenadas Magna-Sirgas del levantamiento topográfico detallado del proyecto.

La resistencia de suelos (mediante pruebas insitu y ensayos de laboratorio) y en las rocas se determinará mediante diversos métodos como el RMR propuesto por Bieniaswski, (SMR) propuesto por romana, Resistencia Geológica (IRG) propuesto por Hoek Brown o el valor de Q de Vartón.

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.

Cada fuente de materiales debe tener como minimo los siguientes datos básicos:

- Nombre del predio
- Propietario del predio.
- Área del Título minero
- Municipio, y concesión minera.
- 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.

**b. Cálculo de Recursos y Reservas**

Se denomina recurso de materiales de construcción 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 muestras 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 geológico 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.
- Área del Título minero
- Municipio, y concesión minera.

- 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.

**c. 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 INVIAS vigentes a la fecha de los diseños, incluyendo el estudio químico (solo si es necesario) y petrográfico de secciones delgadas con el fin detectar la presencia de compuestos que pudieran atentar contra la durabilidad y buen comportamiento de los materiales como parte de la estructura del pavimento.

**d. Informe de Fuentes de Materiales**

El informe de Fuentes de Materiales debe resumir toda la información generada por el estudio de cada una de las fuentes potenciales para la construcción de la carretera.

Se deberá adelantar visita e identificación en campo de todas las fuentes de materiales identificadas para el proyecto.

## Capítulo 8. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

En el caso que se requiera este tipo de análisis, deben resumirse los resultados de los estudios hidráulicos e hidrológicos contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local del cauce en el sitio del ponteadero, puente y/o viaducto, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuenta para definir el sistema de cimentación y su profundidad. Es importante que se tenga claridad del perfil de socavación a lo largo del eje del puente para la cimentación de cada uno de los apoyos.

## Capítulo 9. ESTUDIO DE LAS AMENAZAS GEOLÓGICAS DEL CORREDOR

Para el desarrollo de este capítulo 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 generaran los mapas correspondientes siguiendo la metodología que propone el Servicio Geológico colombiano en la Guía metodológica de 2016.

## Capítulo 10. 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:
- 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.

## Capítulo 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Contratista presentará en este capítulo, en forma clara y precisa, los resultados del estudio geológico realizado, así como las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los aspectos tratados y aquellas que deban ser tenidas en consideración durante la fase de construcción.

## Capítulo 12. 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 Invias, 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:

- **Informe Geológico para Ingeniería**

  - Mapa fotogeológico regional del área de estudio.
  - Mapa geológico estructural y geomorfológico regional.
  - Perfil geológico y geomorfológico.
  - Mapa geológico local que contenga la representación graficas 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 realizados 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 y/o puentes y/o viaductos y/o alcantarillas:**

  - Informe Geológico para los ponteaderos
  - Mapa geológico para la zona del ponteadero, localización y Registro de Apiques y Trincheras para ponteaderos a escala 1:1000.
  - 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/o 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 la 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 a escala 1:1000.
  - Condiciones geológicas esperadas en la excavación del túnel.
  - Geología de los portales a escala 1:1000.
  - Mapa de cobertura dela tierra a escala 1:1000
  - 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.

- **VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.**

El Informe Final sobre los estudios de suelos para el diseño de fundaciones de puentes, obras de drenaje y otras estructuras de contención deberá contener los siguientes capítulos:

- CAPITULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES
- CAPÍTULO 2 RECOPILACION DE INFORMACION
- CAPITULO 3 TRABAJOS DE CAMPO
- CAPITULO 4 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO
- CAPITULO 5 ANÁLISIS SOCAVACION
- CAPITULO 6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO
- CAPITULO 7 OBRAS COMPLEMENTARIAS
- CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- CAPITULO 9 ANEXOS

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

Comprende la realización de la exploración y caracterización detallada de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras a lo largo del trazado, de tal manera que permitan obtener información mediante ensayos y correlaciones para estimar las principales variables del diseño de cada una de las respectivas obras.

### b. ALCANCES

Ejecutar mediante sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas.

Las exploraciones que se lleven a cabo deberán definir en los estratos conformados por el suelo: Espesor de los estratos, Clasificación e identificación de los suelos, Propiedades de ingeniería pertinentes (resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad).

Para garantizar una adecuada caracterización, el Contratista deberá presentar un plan de exploración, basado en lo particular del sector y/o punto de interés, que permita tener los elementos suficientes para describir, clasificar, diagnosticar y así generar la propuesta de solución que se viable tanto ingenieril como económicamente

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio es recomendable: con base en la caracterización general obtenida, los ensayos y tomas de muestras in situ (sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas - instrumentación), el consultor deberá realizar un diagnóstico, reconocimiento y clasificación del movimiento en masa y el mecanismo de falla que intervino en este; en donde a su vez se realice una descripción precisa de los materiales que hace parte del movimiento. Dado que uno de los productos del capítulo de Geología para los puntos críticos y/o zonas inestables es la determinación de las unidades geotécnicas homogéneas, se debe para cada unidad

establecer un modelo geológico – geotécnico. Los parámetros geotécnicos se obtienen a través de sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, definiendo los estratos conformados del suelo, en sentido de espesor, clasificación, identificación, para de esta forma determinar las propiedades de ingeniería que el consultor considere pertinente (entre otros: resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad), así como también permitirán determinar los parámetros geotécnicos. En este volumen para los puntos críticos y/o zonas inestables también se debe realizar una zonificación de amenaza (si es que existe en la zona de estudio), con la información de tipo secundaria (cartografía básica y/o modelo digital del terreno y/o sensores remotos, registros de lluvias, registros de sismos) y primaria (perfiles topográficos), teniendo presente factores como cobertura y uso del suelo, unidades de geología para ingeniería UGI, geomorfología, exploración, el consultor puede realizar la respectiva modelación para la determinación de la zonificación de la amenaza, y a su vez plantear la solución ingenieril para la zona de interés. Los estudios en campo y posterior análisis, también serán insumo para definir y entregar los diseños de cimentación para las diferentes alternativas de solución, así como las obras de contención y/o estabilización de taludes y/o complementarias a la propuesta de diseño (trabajo conjunto con el área de estructuras – el diseño estructural). Las obras propuestas no deben ser vulnerables ante la posible condición de inestabilidad de la zona de estudio.

## Capítulo 2. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información preliminar que debe recopilarse hace referencia a: Topografía y Diseño Geométrico, Geología, Hidráulica, Hidrología, Estructuras, Planos, y todo lo que se considere se debe incluir como estudios anteriores.

Apoyado en la visita de campo y con la información disponible, se hará una descripción general del proyecto desde el punto de vista geométrico, morfológico, incluyendo requerimientos estructurales de cada una de las estructuras proyectadas.

## Capítulo 3. TRABAJOS DE CAMPO

Incluye todo lo relacionado con la descripción de la técnica de exploración realizada (sondeos, perforaciones, sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas), su localización y abscisado, cotas y coordenadas, número y profundidad.

Se deberá elaborar y desarrollar una campaña geotécnica para determinar los criterios geotécnicos necesarios para el diseño de los elementos de cimentación de las estructuras proyectadas, la cual podrá incluir un sondeo por estructura, atendiendo las recomendaciones del estudio geológico y previamente acordado con la interventoría. Esta información podrá ser complementada con exploración geofísica para la obtención de información mediante ensayos o correlaciones.

Por cada unidad de subestructura deberá realizarse una perforación, definiendo subestructura como parte del puente que recibe las cargas de la superestructura y las trasmite a las fundaciones. De esta manera se

requiere de la ejecución de por lo menos un sondeo por estribo y un sondeo por pila del puente. La profundidad de las perforaciones deberá ser tal que permita recomendar de manera apropiada las condiciones de cimentación y deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras o documento equivalente.

En cada investigación se deberán realizar ensayos de penetración estándar (SPT) cada 1.50 m de profundidad y donde la consistencia de los materiales lo permitan se recuperarán muestras inalteradas para la determinación de los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo.

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados para investigar el subsuelo, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

## Capítulo 4. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

Para determinar las características del subsuelo el Contratista deberá tener en cuenta la descripción geológica del sitio del proyecto indicando los tipos de rocas predominantes y su disposición estructural. Adicionalmente se deberá realizar un programa de ensayos de laboratorio que deberá contemplar como mínimo los siguientes ensayos: Granulometría, Límites de Atterberg, humedad natural y de resistencia y deformación a lo largo del perfil del suelo entre otros.

Igualmente, se realizarán los ensayos necesarios para conocer la resistencia y deformación o compresibilidad del suelo de fundación, anexando los resultados de resistencia de la roca (compresión simple) cuando se vaya a apoyar la cimentación en ella.

La investigación de laboratorio abarcará todos los ensayos y clasificación necesarios para identificar adecuadamente las condiciones del subsuelo; los ensayos se deberán realizar de acuerdo con las normas vigentes del Instituto Nacional de Vías y, para las pruebas no contempladas por ellas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este orden.

Dentro de los resultados de laboratorio debe haber una suficiente caracterización del subsuelo, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

(Los formatos en los cuales se consigne la información de los ensayos de laboratorio, deberán contar con la firma de respaldo del profesional y/o tecnólogo competente para tal fin debidamente acreditado con matrícula profesional y/o registro).

### a. Perfil Estratigráfico

Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema de clasificación de suelos (USC) (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.

**b. Condiciones Especiales del Subsuelo**

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo de fundación, tales como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles de licuefacción o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la estructura, se indicará su ubicación y se proporcionarán recomendaciones sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular.

Igualmente, se estimarán las condiciones requeridas para garantizar las excavaciones temporales y permanentes para la implantación de la estructura proyectada, y se diseñaran las obras de contención que se requieran para tal fin.

**Capítulo 5. ANALISIS DE SOCAVACIÓN**

En el caso de que se requiera este tipo de análisis, deben resumirse los resultados de los estudios hidráulicos, hidrológicos y de socavación contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local del cauce en el sitio de ponteadero, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuentan para definir el sistema de cimentación y su profundidad. Es importante que se tenga claridad del perfil de socavación a lo largo del eje del puente para la cimentación de cada uno de los apoyos.

Dependiendo de la zona se pueden presentar fenómenos de erosión en los apoyos del puente en el nivel superior del perfil del terreno dada la morfología abrupta de la zona, la sección superior de la cimentación puede quedar al descubierto, lo cual implica ser evaluado dentro de los análisis de estabilidad.

**Capítulo 6. ANÁLISIS GEOTECNICO**

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

Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el dimensionamiento de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural y los criterios geotécnicos establecidos a partir de un plan de exploración geotécnico.

El estudio geotécnico incluye además el análisis de estabilidad de las estructuras de contención, análisis sísmico sobre las estructuras, el modelo geológico –geotécnico en planta –perfil, en el que se incluirán las perforaciones y la implantación estructural del puente. Se debe indicar la ubicación del puente, la geometría, el número de apoyos, así como las condiciones estructurales relevantes para los análisis geotécnicos. Adicionalmente se requiere un análisis de cargas de levantamiento de tracción o cualquier otro análisis que requiera la condición estructural del puente. En el caso de cimentaciones profundas se deberá efectuar un

análisis de resistencia frente a cargas laterales. Este análisis geotécnico se debe efectuar en cada apoyo del puente.

**Capítulo 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS**

El Contratista recomendará obras complementarias que sean requeridas para el adecuado funcionamiento de la estructura proyectada, en las cuales deberá incluirse el diseño y planos requeridos.

**Capítulo 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se presentará en forma sucinta, las características físicas del suelo y los parámetros de resistencia al corte y deformación utilizados en el dimensionamiento de los elementos de cimentación, al igual que los resultados alcanzados en el estudio referentes a: tipo, profundidad y cota de cimentación, dimensiones y número de elementos, valor de la capacidad portante y parámetros de deformación vertical y horizontal, entre otros.

La consultoría deberá generar las recomendaciones para un posible monitoreo a través de instrumentación en cada uno de los puntos objeto de estudio.

Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

**Capítulo 9. ANEXOS.**

El Contratista estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, así mismo, entregará el mapa de localización del proyecto, registro de la exploración en el terreno y ubicación en plano, resultados de ensayos de laboratorio in situ, planos topográficos, geológicos (en planta y perfil) escala 1:1000, y de obras (en planta y perfil) escala 1:500, fotografías del sitio en estudio.

Se hará entrega de toda la 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.

Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

- **VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.**

El Informe Final sobre los estudios para la estabilidad y estabilización de taludes debe considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO
CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO
CAPÍTULO 4. TOPOGRAFÍA EN SITIOS CRÍTICOS
CAPITULO 5. DIAGNOSTICO GEOTECNICO
CAPITULO 6. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 8. ANEXOS

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

Se pretende en este capítulo con base en los estudios geológicos y geotécnicos establecer las condiciones[1] geomecánicas de los suelos-rocas y generar el análisis de estabilidad, para de esta manera clasificar y caracterizar los movimientos, desarrollando medidas correctivas y/o prevención y/o control y/o estabilización, y así disminuir la condición de riesgo a en la zona (s) y/o punto de atención particular de riesgo a deslizamiento, bien sea para condiciones actuales y/o para aquellas que se deriven por la implantación del presente proyecto de diseño. El presente volumen debe pasar por el estudios geológico y geotécnico, diseño conceptual para atender la condición según sus limitaciones[2], diseños geológico y geotécnico detallado, diseño de alternativas[3] de estabilización (Las obras propuestas no deben ser vulnerables ante la posible condición de inestabilidad de la zona de estudio), las cuales deben ser puestas a consideración de interventoría, para la elección de las favorable para el proyecto

En el caso de sitios críticos, los estudios deberán determinar la dinámica del movimiento, sus causas y las obras requeridas para su estabilización que permitan la operación vehicular de manera adecuada y segura.

**1.** *Dentro del análisis inicial se deben tener en cuenta antecedentes antrópicos y/o naturales, para generar una adecuada investigación de los deslizamientos.*
***2.*** *Dentro de las limitaciones se puede considerar el acceso a materiales bien sea por su costo o por la consecución de los mismos, es por eso que de conformidad con lo establecido en el artículo 173 de la Ley 1955 de 2019, pueden aplicarse NUEVAS TECNOLOGÍAS*
***3.*** *Las soluciones que el consultor plantee debe ser integrales y suficientes, involucrando en donde así se requiera propuesta de estabilización, obras de drenaje y subdrenaje, estructruras de contención, estructuras ancladas, pernos clavos, micropilotes, refuerzos, estructuras enterradas entre otras sin "limitarse" a las aquí mencionadas. Las soluciones integrales requieren el aporte y trabajo de otras áreas del proyecto.*

### b. ALCANCES

Con base en los resultados del estudio de geología se deberá:

- Establecer de manera general las características geomecánicas de los suelos y rocas para la definición de los taludes de corte, terraplenes y zonas de disposición de sobrantes.
- Plantear tipologías de propuestas de solución y atención de las zonas inestables, recomendando para cada sitio crítico, las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el periodo de diseño de la vía.

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio en los cuales se requieran cortes en ladera que involucren una posible inestabilidad por la implantación de nuevas estructuras, se debe realizar la tipología de propuesta de solución correspondiente.

**Capítulo 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO**

**a. LOCALIZACION**

El contratista deberá definir la localización de la zona en estudio y anexar un esquema de su ubicación, así como recopilar la información relacionada con los antecedentes que considere apropiados para adquirir un conocimiento global de las condiciones actuales del corredor y de problemas de estabilidad en el sector de estudio.

**b. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

Apoyados en la visita de campo y la información disponible, se hará una descripción general del corredor y de su zona de influencia.

**Capítulo 3. TRABAJOS DE CAMPO**

Se deberá elaborar y desarrollar una campaña geotécnica para determinar de manera general los criterios geotécnicos y las condiciones de estabilidad de las laderas existentes, sitios críticos, geometría de los taludes de corte y terraplenes, y las condiciones geotécnicas de las zonas de disposición de sobrantes. La exploración geotécnica deberá ser previamente aprobada por la interventoría, atendiendo las recomendaciones del estudio geológico y acorde a la definición de las zonas homogéneas, y podrá desarrollarse a través de sondeos, perforaciones y complementada con exploración geofísica para la obtención de información mediante ensayos o correlaciones.

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados en el estudio de suelos, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

Para el caso de sitios críticos, se deberá elaborar un programa de investigación y caracterización geológica y geotécnica de las áreas identificadas como potencialmente inestables, que permita recomendar las obras

de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el período de diseño de la vía. Las investigaciones consistirán en sondeos cuyo número y profundidad deberán ser definidos por el consultor y aprobados por la interventoría. Se podrá complementar la exploración mediante líneas sísmicas y/o sondeos geoeléctricos, con el objeto de tener una descripción estratigráfica completa.

(Los formatos en los cuales se consigne la información de los ensayos de laboratorio, deberán contar con la firma de respaldo del profesional y/o tecnólogo competente para tal fin debidamente acreditado con matrícula profesional y/o registro).

**Capítulo 4. TOPOGRAFÍA EN SITIOS CRÍTICOS**

Para los sitios críticos se realizará el levantamiento topográfico, que abarque la zona afectada y se presentarán planos con curvas de nivel entre uno y cinco metros, según sea el caso. Dichos planos se harán a escala 1:200 ó 1:500, definiendo en ellos puntos de control topográfico de seguimiento del fenómeno, debidamente referenciados con mojones de concreto. Igualmente, se deberá indicar todo tipo de corrientes de agua existentes en la zona y la posición de la corona, sus flancos, pata y los escarpes principales y secundarios.

**Capítulo 5. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO**

Con base en el estudio geológico y teniendo en cuenta aspectos como pendientes del terreno, hidrología, cobertura vegetal, uso del suelo, etc. se determinarán zonas homogéneas que permitan definir modelos geológicos –geotécnicos a lo largo del corredor, y las condiciones generales de las zonas de disposición de sobrantes.

Para tal efecto serán necesarias visitas técnicas del geólogo y del geotecnista al proyecto, en las cuales se identificarán y corroborarán los resultados del estudio geológico, las condiciones de estabilidad de las laderas y el comportamiento de las mismas.

Para el caso de sitios críticos y como resultado del reconocimiento de la zona, se podrán establecer las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad y se identificará el problema de tal forma que se pueda establecer su mecanismo de falla, los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad y a partir de éstos, definir un programa de actividades que conduzca a proponer alternativas para formular las medidas preventivas y correctivas adoptadas como solución.

**Capítulo 5. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES**

Para cada zona homogénea se definirá la inclinación de los taludes, el ancho de las bermas y la altura de las mismas con las cuales se tienen factores de seguridad apropiados contra el deslizamiento. La definición

de los parámetros para los análisis de estabilidad estará basada en la información existente, la geología y las condiciones de las laderas naturales, para tal efecto se podrá emplear la técnica del retro-cálculo. Igualmente se deberán definir las obras adicionales requeridas tales como zanjas de coronación, cunetas, filtros, drenes horizontales, etc. y las obras de contención como muros, anclajes, pernos etc. con los cuales se tendrá la estabilidad deseada, para poder tener unas cantidades de obra aproximadas.

Las zonas de disposición de sobrantes establecidas en el estudio geológico requieren del análisis geotécnico que permita garantizar su utilización y limitar su altura.

Es necesario presentar un plano general (escala 1:10.000) con la localización de todas las zonas de disposición de sobrantes con su distancia al proyecto y el volumen estimado de cada una de ellas.

**Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Además de concluir acerca de los criterios establecidos y los resultados obtenidos para la estabilidad de los cortes, terraplenes y zonas de disposición de sobrantes, se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se estime conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objeto del presente proyecto.

**Capítulo 7. ANEXOS**

- Informes de las visitas técnicas conjuntas del geólogo y geotecnista
- Registro de perforaciones, y registro fotográfico de cajas de muestras
- Planos generales de localización
- Plano geológico del corredor (Escala 1:10.000)
- Plano geomorfológico del corredor (Escala 1:10.000)
- Plano de localización de zonas de disposición de sobrantes (1:10.000)
- Plano de cada zona de disposición de sobrantes (Escala 1:10.000)
- Planos topográficos, geológicos y de obras (en planta y perfil, según el caso)
- Memorias de cálculo, Memorias de estabilidad, Diseños de obras.

- **VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO**

El informe final sobre el estudio geotécnico y diseño de pavimentos deberá considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA
CAPITULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE
CAPITULO 4. TRABAJOS DE CAMPO
CAPITULO 5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

CAPITULO 6. ESTUDIO DE FUENTE DE MATERIALES
CAPITULO 7. DISEÑO DE MEZCLAS
CAPITULO 8. ESTUDIO DE TRANSITO
CAPITULO 9. DISEÑO DEL PAVIMENTO
CAPITULO 10. SECCIONES TRANSVERSALES
CAPITULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 12. ANEXOS

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

El estudio a desarrollar debe determinar los diseños de estructuras de pavimentos, con trabajos de campo y análisis de ingeniería adicionales, estableciendo los espesores de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento de cada uno de los tramos en que se divida el proyecto, según sean sus características homogéneas. Se busca el empleo al "máximo" de la plataforma existente, disminuyendo zonas de corte, por lo cual se requiere un trabajo conjunto entre las áreas de diseño geométrico y pavimento para tal fin, para la optimización del diseño.

Si el objeto del estudio tiene alcance a nivel de rehabilitación se debe definir la estructura de pavimento con base en:

I. Las características geomecánicas de la subrasante y/o de la estructura vial existente, a partir de la exploración, muestreo y ensayos de laboratorio.
II. Estado de la calzada existente de acuerdo con la cantidad y magnitud de daños presentada, a efectos de establecer el tipo de intervención y estructuras a implementar, ya sea con reparaciones puntuales y capa de refuerzo ó con la utilización de fresado, reciclado y capas de refuerzo ó reconstrucción de la estructura del pavimento.
III. Número de repeticiones esperadas, expresadas en ejes equivalentes de 8,2 toneladas.
IV. Modelos estructurales elaborados por retrocálculo a partir de la medición de deflexiones y la información geotécnica obtenida de exploraciones. Esta opción es factible sólo sí el pavimento presenta comportamiento esencialmente elástico. Todo esto sujeto a verificación con modelaciones geotécnicas deducidas de la exploración con apiques y ensayos de laboratorio, para así verificar la consistencia de los resultados de los modelos estructurales obtenidos por retrocálculo y constatar el comportamiento elástico del pavimento, para obtener los módulos de las capas existentes y definir el tipo de intervención a implementar con las capas de refuerzo requeridas, cuando a ello haya lugar.
V. Números estructurales efectivos por retrocálculo, mediante la medición de deflexiones y la información geotécnica. Esta opción, también será factible, bajo la premisa de que el pavimento existente tenga un comportamiento esencialmente elástico.
VI. La caracterización de las fuentes de materiales y su disponibilidad para el suministro del proyecto.
VII. La solución que sea adoptada para la rehabilitación del tramo, deberá estar soportada en el diagnóstico

que se realice, de acuerdo con los trabajos de campo y análisis de ingeniería y garantizar que, se cumpla con la normatividad vigente, de tal modo que se obtengan los estándares de calidad solicitados en las especificaciones generales de construcción y los manuales ó guías técnicas del INVÍAS que se encuentren vigentes, cumpliendo con los parámetros funcionales de confort y seguridad especificados, así como lo pertinente a su condición estructural, durante el período de diseño.

VIII. El máximo aprovechamiento de los materiales existentes en la vía.

IX. Los factores climáticos

**b. ALCANCES**

En este documento se deben tomar en cuenta los resultados de los trabajos de campo relativos al estudio de suelos, con sus respectivos ensayos de laboratorio de soporte para la caracterización de la subrasante, así como el cálculo de los ejes equivalentes cuyo insumo debe suministrarlo el estudio de tránsito (Volumen 1), condiciones climáticas y/o ambientales para la evaluación estructural del pavimento. Igualmente, los procesamientos de datos, análisis de ingeniería y resultados para evaluar los parámetros requeridos para el diseño de las alternativas más aplicables de estructuras de pavimento conforme a la localización, condiciones del proyecto y fuentes de materiales. Lo anterior, implica como mínimo desarrollar actividades así, sin perjuicio de realizar otras actividades adicionales que puedan requerirse según sea las condiciones del proyecto y el criterio del Contratista:

I. Identificar y caracterizar mediante técnicas de exploración y muestreo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del proyecto. Para tal efecto, se debe determinar y caracterizar mediante ensayos de laboratorio las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los suelos (modulo dinámico) representativos de la subrasante y con base en los resultados sectorizar el corredor de estudio en tramos homogéneos, siguiendo el método de diferencias acumuladas de AASHTO u otro similar. Todo lo anterior orientado a establecer los sectores para optimizar el diseño de la estructura del pavimento.

II. De esta manera, el estudio de Suelos para Diseño de Pavimentos, debe tener como alcance fundamental la definición de las Unidades Típicas de Diseño, partiendo de las características de los suelos, la geomorfología y de drenaje del tramo en análisis para la selección de las alternativas de pavimento más adecuadas al tipo de corredor que atraviesa la carretera, realizando por lo tanto, una sectorización del proyecto en unidades que resulten razonablemente homogéneas desde el punto de vista de los materiales constitutivos de la subrasante, las condiciones topográficas, climáticas y de drenaje.

III. Apoyados en la información geológica geotécnica del proyecto, las condiciones del corredor, la disponibilidad de fuente de materiales de la zona y los ensayos de laboratorio, complementados con información secundaria de los proveedores de materiales que preferiblemente posean licencias de explotación y/o producción, así como de proyectos desarrollados en la zona; presentar una caracterización geotécnica de los materiales aptos para la obra, que constituirán la estructura de pavimento, en especial materiales de rodadura, capas granulares, capas estabilizadas, según sea el caso.

IV. Fundamentados en el estudio contenido en el volumen de tránsito, incluir los trabajos de campo y análisis de Ingeniería realizados para obtener el tránsito promedio diario (TPD) por tipo de vehículo para determinar el tránsito existente, el tránsito atraído y el tránsito generado, así como la proyección de este para el período de diseño establecido.

V. El periodo de diseño será el que se estime según el manual de diseño estructural de pavimento correspondiente o el que determine la entidad en los pliegos de condiciones, con éste se calculará el número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas por el carril de diseño, que permita conformar una estructura cómoda, funcional, segura, económica y que cumpla técnicamente con la normativa vigente y el tiempo de servicio.

VI. En este volumen se presentarán diferentes alternativas de diseño de pavimentos y se identificaran las posibles fuentes de material, tanto en la zona de influencia directa como indirecta, caracterizando, cubicando y clasificando dicho material. Se debe proponer la posibilidad del aprovechamiento dentro de la solución que se plantee, del material que se encuentra in situ; para tal fin se realizará un trabajo denso de investigación, combinado con los ensayos de laboratorio necesarios y suficientes (incluidos tramos de prueba si se contemplan en el proyecto), para establecer dentro del proyecto una alternativa que contemple esta opción. Por otra parte, si se considera técnicamente adecuado de acuerdo con la disponibilidad de materiales de la zona, se presentaran alternativas que contemplen estabilizaciones, ya sea mecánica con adición de material importado u otro tipo de estabilización, como por ejemplo utilizando cal, cemento o asfalto o estabilizaciones alternativas las cuales deben ser objeto de un estudio técnico completo, con muestreo representativo y realizando el diseño de mezclas en el laboratorio. Estas nuevas propuestas deben ser ambientalmente sostenible. Consecuentemente se deben hacer las evaluaciones económicas, para establecer el beneficio costo de las alternativas presentadas, con relación a las del tipo convencional. Por otra parte se deben realizar las caracterizaciones de las fuentes de material existentes y de posible explotación.

VII. Presentar recomendaciones técnicas, en especial en el proceso constructivo 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.

VIII. Definir sectores homogéneos para el diseño de la estructura del pavimento.

IX. 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.

X. 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.

XI. Identificar las fuentes de materiales y zonas de préstamo para la construcción de los pavimentos del proyecto.

XII. 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.

XIII. 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.

Esas recomendaciones deben abarcar como mínimo temas como:

Pavimento Flexible:

- Controles en el proceso de fabricación de la mezcla
- Ensayos de laboratorio de control a la mezcla producida
- Ensayos de control a los materiales granulares
- Equipos recomendados
- Controles cuando influya el medio ambiente drásticamente como lluvias.

Pavimento Rígido:

- Controles en el proceso de fabricación de la mezcla de concreto
- Ensayos de laboratorio de control a la mezcla producida
- Ensayos de control a los materiales granulares
- Equipos recomendados para la colocación
- Controles cuando influya el medio ambiente drásticamente como lluvias
- Controles en la colocación de las dovelas y barras de anclaje.
- Calculo del umbral de corte de losas.
- Recomendaciones en la disposición de las losas según modulación de las mismas.
- Recomendaciones para la construcción y refuerzo de losas con geometría irregular, cuando sea necesario en intersecciones y condiciones especiales del diseño geométrico, así como en los bordes ó remates de obras de drenaje, cuando sea preciso.
- Recomendaciones sobre aspectos intrínsecos al curado de la mezcla del concreto de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona
- Características de la formaleta.

Pavimento Articulado:

- Ensayos comprobatorios de resistencias de los adoquines.
- Recomendar la disposición de los adoquines según diseño.
- Especificar los materiales de soporte como arenas de base y sello.
- Especificar el proceso constructivo de colocación y sellado de adoquines.
- Especificar los elementos de confinamiento de acuerdo a pendientes longitudinales.
- Basado en el estudio de hidrología sección de drenajes analizar, aceptar y/o complementar las obras de drenaje enfocado a la estructura de pavimento para garantizar la vida útil de este.

## Capítulo 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

El Consultor debe generar al comienzo de los trabajos una metodología particular basada en este documento y del todo aplicable a las condiciones específicas del proyecto, realizando precisiones de carácter técnico en el diseño tales como: métodos de diseño a emplear, parámetros de diseño, información de entrada y salida y/o interpretación de resultados, entregables, etc., la cual debe ser aprobada por la

Interventoría.

Este documento aprobado será la carta de navegación en el proceso, para disminuir las discusiones técnicas durante el diseño y permitirá mantener la integralidad de la información de insumos y salidas parciales entre especialistas.

## 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, geotecnia y fuentes de materiales, drenaje y sub- drenaje, tránsito, carga, factores ambientales, diseño de mezclas, y diseño de pavimentos.

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

Para los estudios a Nivel de Rehabilitación se considerará lo establecido en la “Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras”, del MT-INVIAS, en su Parte 2 Recolección de información, Capítulo 2 - Recolección de Antecedentes.

## Capítulo 4. TRABAJOS DE CAMPO

### Exploración Geotécnica:

Deberá contener una descripción de la organización de los trabajos de campo, así como sus características principales, en relación con la investigación de las características de los suelos, tales como: tipo de exploración (manual o mecánica), su localización (indicando sus coordenadas y ubicación en plano) y su profundidad que deberá ser entre 1:50 m y 2.00 m., por debajo del nivel de rasante existente o natural en el caso de ser terraplén o dependiendo del análisis que se realice del estado actual de la vía que se va a intervenir.

En caso de calzadas deprimidas se deberá garantizar una profundidad de auscultación de mínimo 1.50 metros por debajo de la rasante proyectada en el diseño geométrico.

Las investigaciones de campo incluyen la planeación, localización, ejecución de perforaciones y/o apiques y toma de muestras para ensayos.

El muestreo deberá ser sistemático y su plan deberá ser puesto a consideración y aprobación de la Interventoría. Se deben utilizar los procedimientos normalizados para la identificación y clasificación de las muestras previamente a su envío al laboratorio.

En todo caso, la separación entre perforaciones y apiques, será controlada por el tipo y perfil de los suelos que se vayan encontrando, tomando además como referencia la información obtenida durante la ejecución de los trabajos de campo de los estudios anteriores. Por lo tanto, se deberá precisar su posición estableciendo un patrón de espaciamiento normalizado de 500 m, buscando además que su ubicación coincida en lo posible con los sitios donde se garantice que la subrasante se encuentre a profundidades que puedan ser alcanzadas durante la ejecución de la exploración. Cuando se detectan variaciones significativas entre perforaciones consecutivas, se deberán realizar adicionales en puntos intermedios entre estas.

Los objetivos del muestreo incluyen: determinación de los espesores de los diversos estratos, obtención del material para los ensayos requeridos de laboratorio. Así mismo, eventualmente, la ejecución de ensayos “in situ”, como por ejemplo reflectometría como herramienta para la determinación de zonas homogéneas.

El número y tamaño de las muestras deberá ser suficiente para determinar la clasificación de suelos, y realizar los ensayos de resistencia y demás pruebas que sean necesarias de acuerdo con las características del proyecto. Antes de completarse la investigación de campo, se debe haber desarrollado e integrado por parte del Contratista un programa de ensayos de laboratorio, con el fin de que el número y tamaño de las muestras tomadas sean representativas de los suelos existentes a lo largo del corredor en estudio, y el cual deberá ser aprobado por la interventoría.

En el programa de ensayos debe estar contemplado como mínimo ensayos de humedad natural, límites líquidos y plásticos, límites de contracción, granulometrías con lavado sobre tamiz No. 200, expansión libre. Igualmente, módulo resiliente o ensayos de reflectometría que permitan por retro-cálculo conocer su valor.

Todos los apiques, perforaciones, trincheras, brechas o cualquier otra que permita la identificación y caracterización mecánica del suelo deberá ser georreferenciada según los criterios expuestos en el Capítulo de Diseño Geométrico y junto a los resultados de laboratorio deberán ser remitidos al INVIAS para efecto de generar un Sistema de Información Geográfica.

Para 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 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.

## Capítulo 5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

### a. Resultados de Ensayos de Laboratorio

La investigación de laboratorio abarca todos los ensayos y clasificación necesarios para identificar adecuadamente las condiciones del suelo a lo largo del corredor del proyecto. Los ensayos se deberán realizar de acuerdo con las normas vigentes de ensayo de materiales que se encuentren vigentes en el Instituto Nacional de Vías y, para las pruebas no contempladas por ellas, se aplicarán los estándares de ASTM e ICONTEC, en este orden.

Dentro de los resultados de laboratorio debe haber una caracterización de la subrasante, así como también, de los materiales granulares nuevos, materiales de rodadura, materiales propuestos para estabilizaciones, diseños de mezclas, fórmulas de trabajo, etc., de acuerdo con la naturaleza del proyecto y tipo de pavimento que se proponga en las alternativas analizadas por el Contratista.

Los ensayos a realizar en los materiales granulares, mezclas asfálticas y sus agregados son los contemplados en las actuales especificaciones del Instituto Nacional de Vías o su equivalente de las Especificaciones Técnicas del INVIAS vigente al momento de la ejecución de los estudios.

### b. Perfiles Estratigráficos

Obtenida la clasificación, se deberá elaborar un perfil detallado de los suelos de subrasante a lo largo del proyecto, a partir del cual se definirán unidades homogéneas de diseño. Una unidad homogénea de diseño es un tramo de vía en la cual las características geológicas y de drenaje natural, las condiciones climáticas y topográficas presentan una razonable uniformidad y la exploración geotécnica permite establecer la predominancia de suelos que controlarán el diseño del pavimento. De igual manera, la unidad requiere uniformidad en tránsito de diseño y en parámetros estructurales como módulo resiliente de la subrasante.

La tramificación debe obedecer a un coeficiente de variación menor a 0.4 con respecto al parámetro escogido para sectorizar.

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.

La información anterior, así como la descripción detallada de cada suelo, se condensará en perfiles estratigráficos por apique o sondeo, con una descripción clara de los suelos encontrados, mencionando temas como presencias de sobretamaños, 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. Debe haber un registro fotográfico por perforación en el cual se pueda observar fecha, muestras, localización, numero de apique o perforación. Se debe incluir una localización de la exploración geotécnica georreferenciada con coordenadas como se mencionó antes.

### c. Diagnóstico Del Estado Del Tramo Vial

Si dentro del objeto del estudio se tiene Rehabilitación, con base en la información recolectada en el campo, sobre inspección de daños, exploración geotécnica con sondeos y apiques y ensayos de laboratorio, medición de deflexiones, medición de parámetros funcionales como el IRI y el Coeficiente de Resistencia al deslizamiento (dependiendo del estado dela vía y el tipo de intervención, se estudiará la necesidad de medir este parámetro), así como el estado de las obras de drenaje se efectúa la evaluación estructural y funcional del tramo en estudio. Analizando esta información en su conjunto, se deberá finalmente sectorizar la totalidad del Corredor Vial, dividiéndolo en tramos de características relativamente homogéneas desde el punto de vista de su Condición de Estado.

En desarrollo de la actividad de diagnóstico del corredor vial para el estudio de Rehabilitación, se debe realizar la evaluación del estado del pavimento y determinar su índice de deterioro superficial a lo largo del Corredor Vial, mediante la aplicación del sistema VIZIR, teniento en cuenta lo establecido en LA PARTE 2 Del Capítulo 4– GUÍAS PARA LA CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS DEL PAVIMENTO, de la “Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras”, del MT-INVIAS. El procedimiento de medida del índice de deterioro superficial (Is) debe tener consistencia con lo establecido en la Norma de ensayo INV-813 “Deterrminación del índice de deterioro superficial de un pavimento asfáltico mediante el método VIZIR”

Particularmente para el inventario y análisis de los daños existentes en la calzada del pavimento en servicio, se debe considerar lo descrito en LA PARTE 2, numeral 2.4.1 y el numeral 2.4.2. CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS DE UN PAVIMENTO ASFÁLTICO EN EL MÉTODO VIZIR; De esta manera, se deben determinar los niveles de gravedad de los deterioros del tipo A (daño estructural) y

tipo B (daño funcional), de acuerdo con las tablas 2.4.2 y 2.4.3 de la citada Guía.

Los deterioros se deben representar en el esquema de itinerario de acuerdo con lo exigido en la mecionada guía, en el numeral 2.4.2 del capítulo 4 CAPÍTULO 4 GUÍAS PARA LA CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS DEL PAVIMENTO en longitudes de 100 metros.

El inventario de los deterioros, se adelantará como se describe en el Capítulo 4 de la Parte 2 y en el Anexo B de la mencionada guía metodológica, lo cual permite la determinación de un "Índice de deterioro superficial" (Is) para cada sección del pavimento sometido a evaluación.

Este inventario de daños constituye, el soporte para la calificación de la metodología VIZIR y obtener este índice de Deterioro Superficial. Para este efecto, se debe atender todo lo señalado en la PARTE 3 de la "Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras del MT-INVIAS" EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL DEL PAVIMENTO, numeral 3.1.1. Determinación del Índice de Deterioro Superficial, numeral 3.1.2. Juicio sobre la capacidad del pavimento a partir de la evaluación de los deterioros del tipo A, numeral 3.1.3. Los deterioros del tipo B y el juicio sobre la capacidad del pavimento y numeral 3.1.4. Aplicaciones del inventario de los deterioros del pavimento

El índice de deterioro superficial (Is) es un indicador adimensional que representa la severidad y extensión de los daños de tipo estructural presentes en el pavimento, el cual se calcula a partir del porcentaje de longitud afectada con respecto a la longitud total del segmento vial estudiado. El Índice de Deterioro Superficial "Is" combina el cálculo del índice de fisuración "If", que depende de la severidad y extensión de los agrietamientos y fisuraciones de tipo estructural, y el índice de deformación "Id", que depende de las deformaciones de carácter estructural.

Para el cálculo del índice de deterioro (Is) se establece, inicialmente, el índice de fisuración (If) y el índice de deformación (Id) que dependen de la extensión y severidad de las fallas de tipo A. Este cálculo permite establecer una calificación del índice de deterioro (Is) por rangos de valoración, que afectado por la corrección por reparación genera el Índice de deterioro (Is), el cual puede variar entre 1 y 7.

Para la inspección de daños en pavimentos rígidos se utilizará el Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos del INVÍAS- UNAL ó la que se encuentre vigente al momento de ejecución de los estudios. También, se debe tener en cuenta lo establecido en el Manual de Diseño para Pavimentos de Concreto para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito INVÍAS- ICPC vigente al momento de la ejecución de los estudios.

**d. Evaluación estructural**

En general, la competencia estructural del pavimento es la capacidad para soportar las cargas del tránsito. La evaluación estructural consiste en el examen de toda la información recolectada en relación con las deflexiones, investigación geotécnica incluyendo los espesores y las pruebas destructivas, con el fin de

determinar la condición estructural actual del pavimento; es decir, establecer qué tanto daño ha sufrido el pavimento y las condiciones geomecánicas de los materiales.

La evaluación estructural del pavimento se determinará bajo el análisis de la inspección de daños en la calzada, la medición de deflexiones y la capacidad de soporte de la subrasante, en términos del ensayo CBR y los espesores obtenidos de la exploración geotécnica. Sí el pavimento presenta un comportamiento esencialmente elástico, se elaborarán los respectivos modelos estructurales en función de la medida de deflexiones.

La evaluación estructural se realizará bajo la siguiente información, la cual debe ser evaluada, en su conjunto, para efectos de sectorizar el tramo vial en estudio:

**I.-) Daños en la calzada**

Para los pavimentos asfálticos, se deben considerar los deterioros registrados y cuantificados en el inventario de los daños de tipo estructural tipo A, realizado por la metodología VIZIR, evaluando su tipo, cantidad y nivel de gravedad y consecuente calificación del índice de deterioro superficial (Is).

Con esta calificación del índice de deterioro superficial se permite tener un diagnóstico sobre el alcance general de las intervenciones requeridas en el pavimento, de acuerdo con lo establecido en la parte PARTE 3 de la “Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras” del MT-INVÍAS, EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL DEL PAVIMENTO, numerales 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 y 3.1.4

Para los niveles de gravedad de los daños estructurales tipo A se utilizará la tabla 2.4.2 del CAPÍTULO 4 DE LA PARTE 2 GUÍAS PARA LA CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS DEL PAVIMENTO, de la la “Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras” del MT-INVÍAS.

Para el levantamiento de daños en los pavimentos rígidos, se utilizará el Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos del INVÍAS- UNAL vigente al momento de la ejecución de los estudios. Así mismo, se debe tener en cuenta todo lo establecido en el Manual de Diseño para Pavimentos de Concreto para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito INVÍAS- ICPC, vigente al momento de la ejecución de los estudios.

**II.-) Deflexiones en el pavimento**

Las medidas de deflexiones del pavimento en los pavimentos asfálticos, se realizarán de acuerdo con LA PARTE2 EL CAPÍTULO 8 de la “Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras” del MT-INVIAS- GUÍAS PARA LA CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MEDIANTE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

Se debe medir la deflexión del pavimento, mediante la ejecución del ensayo de Viga Benkelman o con deflectómetro de impacto (FWD) ó con uno cualquiera de los otros sistemas de medición de deflexiones descritos bajo el numeral 2.8.3 de LA PARTE 2 del capítulo 8 de la guía mencionada.

Para la medida de deflexiones en el pavimento en servicio ya sea en pavimentos flexibles ó rígidos se tendrá en cuenta la norma de ensayo INV-E-797 “Medidas de deflexión en pavimentos” ó la que se encuentre vigente al momento de ejecución de los estudios.

Para el ensayo de viga Benkelman se atenderá lo exigido en la Norma de ensayo INV-E-795 “medida de deflexiones de un pavimento asfáltico empleando la viga Benkelman” ó la que se encuentre vigente a la fecha de ejecución de los estudios y par las mediciones de deflexión con el Deflectómetro de impacto (FWD), la Norma de ensayo INV-E-798 “método para medir deflexiones mediante un deflectómetro de impacto”, ó la que esté vigente al momento de efectuar los estudios.

Para procesos de retrocálculo a partir de deflexiones, esta metodología sólo es aplicable, cuando el pavimento en servicio, tenga un comportamiento elástico para que pueda ser confiable adelantar una modelación estructural, procesando dichas medidas de deflexión.

Sobre los procesos de retrocálculo, a partir, de la medición de deflexiones, en el CAPÍTULO 2, PARTE 3 de la “Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras del MT-INVIAS, GUÍAS PARA LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO, se exige que el pavimento debe presentar un comportamiento esencialmente elástico y en su numeral 3.2.2 se detalla la metodología para la determinación de los Módulos Dinámicos de las diferentes capas del pavimento, a partir de los valores de deflexión.

De acuerdo con el capítulo 2, parte 3 de esta guía, la evaluación estructural consistirá en el análisis combinado de las medidas de deflexión con los espesores de las diferentes capas del pavimento, para definir los módulos de la subrasante y de las diferentes capas del pavimento, así como para establecer el “número estructural efectivo”, información que habrá de emplear con posterioridad en modelos empírico - mecanísticos para elaborar predicciones en cuanto a fatiga, ahuellamiento y rugosidad. De acuerdo con lo anterior se debe definir:

- Sectores de respuesta elástica homogénea
- La determinación de los Módulos Dinámicos de la subrasante y de las diferentes capas del pavimento, a partir de los valores de deflexión, lo cual incluye los procesos de retrocálculo para evaluar el módulo de la subrasante y los módulos de las distintas capas del pavimento.
- Otros parámetros basados en el Cuenco de Deflexión que brindan información sobre la condición estructural del pavimento, a partir de las deflexiones del deflectómetro de impacto FWD. Para este caso, estimar el número estructural efectivo SNeff del pavimento en servicio, utilizando la metodología que guarde una mejor consistencia entre los resultados obtenidos y la condición de deterioro del pavimento.
- Para el número estructural efectivo, la “Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de

Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del MT-INVÍAS, se contemplan las siguientes metodologías para su estimación, tratadas en la PARTE 3, CAPÍTULO 2 GUÍAS PARA LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO, numerales, 3.2.4.1. "Determinación del SNeff según la guía AASHTO-93", 3.2.4.2. Determinación del SNeff según el método Rohde y 3.2.4.3. Determinación del SNeff según el método YONAPAVE.

**III.-) Resistencia de los suelos y calidad materiales constitutivos de la estructura del pavimento**

Se evaluarán os materiales de la subrasante y del pavimento, de acuerdo con lo establecido en la PARTE 2 DEL CAPÍTULO 10 de la "Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del MT-INVÍAS, GUÍAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DEL PAVIMENTO Y DE LA SUBRASANTE MEDIANTE PRUEBAS DESTRUCTIVAS, teniendo en cuenta los numerales 2.10.2, núcleos y apiques, 2.10.3 programas y ensayos, 2.10.4 inspección visual de muestras y 2.10.5 número requerido de ensayos, así como la tabla 2.10.1 sobre ensayos usuales para evaluar los materiales de las capas de pavimento en servicio y la subrasante.

Se deberán analizar y procesar los resultados de CBR obtenidos en la exploración geotécnica, para sectorizar el tramo vial del estudio, desde el punto de vista de la resistencia de la subrasante. Igualmente, se analizará la calidad de los materiales que conforman la estructura del pavimento, teniendo en cuenta su identificación y caracterización, producto del muestreo y ensayos de laboratorio.

Con esta información derivada de la información geotécnica, se sectorizará el tramo vial en estudio y, a su vez, se efectuarán verificaciones sobre la consistencia de los resultados obtenidos en los procesos de retrocálculo con la medida de deflexiones y el comportamiento elástico del pavimento.

**e. Evaluación Funcional**

Las condiciones funcionales de la carretera se refieren a los niveles de comodidad y seguridad que se brindan al usuario en la carretera. Estas medidas directamente se relacionan con las condiciones de seguridad, confort, velocidad de operación y costos operacionales. Para evaluar estas condiciones funcionales se dispone de medidas unificadas como el IRI y el índice de deterioro superficial (Is). La evaluación funcional del pavimento se determinará bajo el análisis de la siguiente información, la cual debe ser evaluada en su conjunto:

**i.-) Daños en la calzada**

Se deben considerar los deterioros registrados y cuantificados en el inventario de los daños de tipo Funcional tipo B, realizado por la metodología VIZIR, evaluando su tipo, cantidad y nivel de gravedad.

Para los niveles de gravedad de los daños funcionales tipo B, se utilizará la tabla 2.4.3 del CAPÍTULO 4 DE LA PARTE 2 GUÍAS PARA LA CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS DEL

PAVIMENTO, de la "Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del MT-INVÍAS.

Para el análisis de la cantidad y gravedad de los daños tipo B, se considerará lo establecido en el numeral 3.1.3 y 3.1.4 de la PARTE 3 de la "Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del MT-INVÍAS, EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL DEL PAVIMENTO.

Para el levantamiento de daños en los pavimentos rígidos se utilizará el Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos del INVÍAS- UNAL o documento que se encuentre vigente al momento de la ejecución de los estudios. Así mismo, se debe tener en cuenta todo lo establecido en el Manual de Diseño para Pavimentos de Concreto para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito INVÍAS- ICPC vigente al momento de ejecución de los estudios.

**II.-) Regularidad del perfil longitudinal**

Se debe determinar la Regularidad Superficial del Pavimento, mediante la medición del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) a lo largo del corredor vial, teniendo en cuenta la conceptualización y exigencias descritas en el CAPÍTULO 5 DE LA PARTE 2 de la "Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del MT-INVÍAS, GUÍAS PARA LA MEDICIÓN DEL PERFIL Y DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO.

Para la mejor interpretación y aplicación de las medidas en los estudios destinados a la rehabilitación de pavimentos, éstas se deben realizar en cada carril sobre las huellas de circulación de los vehículos, conforme lo establece la norma INV E-790 "Determinación del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) ó la que se encuentre vigente al momento de efectuar los estudios.

El Consultor, siguiendo los lineamientos establecidos en LA PARTE 2, numeral 2.5.2. DEL CAPÍTULO 5 TÉCNICAS PARA MEDIR LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO, de la "Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del MT-INVÍAS o el que lo sustituya y se encuentra vigente al momento de ejecución de los estudios, y la especificación INV-790, ó la que se encuentre vigente al realizar los estudios, seleccionará el equipo de mayor confiabilidad para realizar las mediciones y lo someterá a la aprobación de la Interventoría

**III.-) Medida de la resistencia al deslizamiento**

Dependiendo del alcance del proyecto y del estado actual de la vía a intervenir, se establecerá la necesidad de determinar el coeficiente de resistencia al deslizamiento, teniendo en cuenta las exigencias de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVÍAS, donde se solicita efectuar mediciones con el péndulo británico del TRL, para tener un conocimiento de este parámetro funcional y de SEGURIDAD VIAL, para asociarlo ó verificarlo con los umbrales de investigación y de intervención para

pavimentos.

Estas medidas con el péndulo Británico se deberán adelantar de acuerdo con la Norma de Ensayo INV-792 "Medida del coeficiente de resistencia al deslizamiento usando el péndulo Británico", ó la que se encuentre vigente cuando se realicen los estudios.

También se pueden adelantar las mediciones con equipos de alto rendimiento, para lo cual se tendrá en cuenta lo establecido en la PARTE 2 CAPÍTULO 6 GUÍAS PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO, numeral 2.6.5.1 de la "Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del MT-INVÍAS.

**f. Sectorización**

Bajo el análisis conjunto de esta información de inspección de daños en la calzada del pavimento, medición de deflexiones y parámetros funcionales, así como los resultados obtenidos de exploración geotécnica sobre suelos de subrasante y calidad de materiales de la estructura, se evaluará de manera integral, las zonas homogéneas para el diseño de la rehabilitación del pavimento.

En el Anexo E de la "Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" o el que lo sustituya y se encuentra vigente al momento de ejecución de los estudios, se describe el método de las diferencias acumuladas para delimitación de unidades homogéneas, en el cual, para el caso particular de las deflexiones, se determinan zonas homogéneas. Se considera que el método de las diferencias acumuladas es válido para determinar zonas homogéneas de cada uno de los parámetros establecidos para determinar los tramos homogéneos de manera independiente. La superposición de los tramos homogéneos de cada una de las variables que el ingeniero diseñador haya determinado en el proceso de estructuración conduce a tener los tramos homogéneos de toda la carretera, integrando las variables analizadas. Lo anterior es el descrito "esquema itinerario" del numeral 3.5.5 de la parte 3 de la Guía Metodológica.

Por otro lado, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos ó condiciones para la determinación de los tramos homogéneos:

- Es conveniente que, dentro de lo posible, la longitud de los tramos homogéneos no sea inferior a la que pueda ser diseñada y construida de manera real y práctica.
- El objeto de establecer tramos homogéneos es caracterizar de manera adecuada y uniforme las condiciones del tramo vial, de manera tal que se puedan, de manera consistente, efectuar las intervenciones requeridas en el tramo objeto de rehabilitación.
- Por otro lado, debe tenerse presente que el establecimiento de tramos homogéneos tiene como fin el establecimiento de sectores en los cuales se puede uniformizar el diseño y las intervenciones, de manera tal que se obtengan economías en la intervención completa del proyecto Por lo anterior, tramos muy cortos (menos de 500 metros) no son recomendables ni útiles, salvo que se presenten situaciones

excepcionales como, por ejemplo, sitios críticos de inestabilidad geológica ó intersecciones obligadas en zonas urbanas, etc.

**g. 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.

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

## Capítulo 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES

A partir de la información de geología, 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, estabilizaciones y otros usos y al acopio de información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes.

Se deberán realizar las excavaciones 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 la bondad de los materiales para los diversos usos, teniendo en cuenta las especificaciones generales y particulares de construcción de materiales aplicables al proyecto.

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 georreferenciada de las fuentes, así como esquemas individuales para las finalmente recomendadas, en los cuales se indiquen claramente los accesos, con 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.

Se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción del INVÍAS que se encuentren vigentes a la fecha de ejecución del estudio. Así mismo, aplicar los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigente según el uso que se pretenda dar a los materiales de las diferentes fuentes. Si la calidad, cantidad, disponibilidad o costo de los materiales de las fuentes disponibles no permite la construcción de subbases y bases convencionales, se deberán estudiar alternativas de estabilización de los materiales disponibles, empleando estabilizaciones del tipo mecánico, ó con cemento ó con cal ó con cualquier otro que sea aplicable, presentando los cálculos y resultados de los diseños de mezclas respectivos.

Para el caso de tratamientos superficiales, mezclas asfálticas, asfaltitas 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.

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

**a. Trabajos de Campo**

Los trabajos de campo comprenden las actividades de exploración, localización y accesos a las fuentes de materiales.

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

Igualmente, deberá presentarse un esquema de localización indicando los accesos y el estado de los mismos, distancias a la obra, así como puntos de investigación del sub-suelo.

**b. 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 formatos en los cuales se consigne la información de los ensayos de laboratorio, deberán contar con la firma de respaldo del profesional y/o tecnólogo competente para tal fin debidamente acreditado con matrícula profesional y/o registro).

Los ensayos a 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 Attemberg, 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 los capítulos 3 y 4 de las Especificaciones Técnicas del INVIAS 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.

**c. 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 de construcción y las cantidades de obra necesarias para la construcción del acceso.

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 7. 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, adicional a las mezclas asfálticas tradicionales.

Se precisa que se debe proponer la posibilidad del aprovechamiento del material que se encuentra in situ; para tal fin se realizará un trabajo denso de investigación, combinado con los ensayos de laboratorio necesarios y suficientes (incluidos tramos de prueba si se contemplan en el proyecto), para establecer dentro del proyecto una alternativa que contemple esta opción.

Por otra parte, si se considera técnicamente adecuado y de acuerdo con la disponibilidad de materiales de

la zona, se presentaran diseños de mezclas que contemplen estabilizaciones, ya sea mecánica con adición de material importado u otro tipo de estabilización, como por ejemplo utilizando cal, cemento o asfalto o estabilizaciones alternativas (las cuales deben estar adoptados oficialmente por el INVIAS) y realizando el diseño de mezclas en el laboratorio. Estas nuevas propuestas deben ser ambientalmente sostenible.

En particular, se tendrán en cuenta estabilizaciones para suelos de sub-rasante o para cualquier capa de pavimento, 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.

Se deben tener resultados de ensayos de módulos dinámicos de materiales granulares y de mezclas asfálticas, además de la ley de fatiga de mezclas asfálticas en caso que el diseño sea para pavimento flexible, si el caso es pavimento rígido se deberán tener módulos dinámicos de los materiales granulares a emplear en la obra.

## Capítulo 8. ESTUDIO DE TRÁNSITO

A partir de la información desarrollada y analizada en el volumen de transporte y/o tránsito, se deberán incluir los parámetros del análisis de tránsito adoptado para el diseño del pavimento, de tal forma que permita calcular el número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el carril de diseño, para el periodo de diseño y las alternativas consideradas, en lo que se refiere a pavimentos flexibles, y el número de repeticiones esperadas por tipo de vehículo para pavimentos rígidos o tratamientos superficiales. Los resultados del Estudio de Transporte serán los datos de entrada para el diseño de pavimentos.

### Tránsito para el Diseño del Pavimento

Incluye particularmente los aspectos referentes a la obtención del tránsito existente y futuro, extraídos del respectivo estudio o volumen de Transporte, Capacidad y Niveles de Servicio para estimar y adoptar el tránsito usuario que circulará por el tramo en estudio como variable del diseño para proponer las estructuras de pavimento aplicables al proyecto, detallando la distribución por tipo de vehículos pesados y de cargas por eje para obtener el espectro real de cargas, para determinar la evaluación del mismo en términos del "número de ejes equivalentes", ya sea utilizando datos de aforos, estaciones del INVÍAS o estimativos de vías del sector de categoría social y económica similar.

## Capítulo 9. DISEÑO DE PAVIMENTOS

Este capítulo deberá contener un estudio y análisis completo de mínimo dos (2) alternativas convencionales y una (01) con nuevas tecnologías propuestas de acuerdo con las metodologías empleadas en los manuales de diseño de pavimentos adoptados por el INVIAS, procedimientos descritos en el Manual para el Diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con bajos volúmenes de tránsito o en el Manual para el Diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito o en el Manual para el Diseño de

pavimentos en concreto para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, según corresponda.

Estas propuestas de estructuras de diseño pueden complementarse con otras metodologías recomendadas por el especialista de la consultoría con el visto bueno de la Interventoría, de allí se debe extraer la alternativa recomendada que obedecerá a la mejor alternativa técnica, económica y funcional para el proyecto. Para tal fin, se tendrá en cuenta la información geotécnica y el análisis de tránsito.

Los tipos de estructuras que se recomienden, deberán estar adaptados a los materiales disponibles siempre y cuando estos cumplan con las especificaciones y ensayos del INV vigentes y a las características climáticas de la región del proyecto.

En el informe deberán indicarse, además, los métodos de construcción, procesos constructivos, tolerancias en los materiales, recomendaciones técnicas, así como las especificaciones particulares que deberá cumplir cada capa del pavimento.

Como complemento, pero nunca en reemplazo de los anteriores diseños, se pueden presentar alternativas que impliquen el uso de materiales no previstos en los métodos recomendados. Dichas alternativas pueden comprender el uso de geotextiles, geomallas, escorias, cenizas, otros estabilizantes diferentes al cemento Pórtland y la emulsión asfáltica, pavimentos de hormigón reforzado con juntas, etc. En todos los casos, la alternativa deberá suplir y deberá estar soportada por sistemas y procedimientos aprobados por la Entidad.

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.

## 1. DISEÑO DE SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN PARA PAVIMENTOS EXISTENTES

a. **Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos:** Para el caso de rehabilitación se pavimentos asfálticos, de acuerdo con el estado del tramo vial, objeto de rehabilitación, analizado bajo la evaluación funcional y estructural del pavimento existente, se seleccionará el tipo de intervención requerida, ya sea refuerzo con previo parcheo, fresado y refuerzo con carpeta, reciclado, reconstrucción, otros, etc., siguiendo los lineamientos establecidos en la “Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras”.

   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, ambiental 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.

b. **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).
c. **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.

d. **Análisis de Alternativas:** Para cada una de las alternativas propuestas, el Consultor deberá estimar las labores de mantenimiento necesarias para que la vía mantenga una buena condición durante todo el período de diseño y deberá incluir sus costos en el análisis económico.

Las diferentes alternativas propuestas, que deben ser técnicamente equivalentes, serán evaluadas por medio de una matriz multicriterio teniendo en cuenta criterios técnicos, funcionales, económicos, ambientales y de sostenibilidad para establecer la relación veneficio/costo y, finalmente, escoger las mejores soluciones para cada unidad homogénea de diseño en el proyecto.

## Capítulo 10. SECCIONES TRANSVERSALES

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

En caso que se presenten ampliaciones de la calzada para la vía proyectada se debe indicar claramente la manera en que se realizarán las transiciones entre estructuras existentes y nuevas y cuál será la ubicación de la vía actual en relación a las ampliaciones a lo largo del proyecto, se deben presentar esquemas con las dimensiones respectivas, donde de manera clara se ilustre la junta de empalme constructiva, para lograr una unión homogénea sin cambios bruscos de rigidez para evitar la formación de grietas, fisuras y asentamientos en la junta fría.

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 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El Contratista 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 y de manera especial justificando las alternativas de pavimento propuestas.

**Capítulo 12. 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 e informe de la evaluación funcional y estructural para proyectos de rehabilitación.
- Resultados de ensayos de laboratorio.
- Tablas de resumen de los ensayos de campo y laboratorio indicando, para cada muestra o ensayo, el número de la exploración, la localización (abscisa) y la profundidad.
- Plan de utilización de fuentes de materiales
- 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.

- **VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN**

El informe final sobre el estudio de hidrología e hidráulica deberá contener los siguientes capítulos:

- CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
  CAPITULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS
  CAPITULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS
  CAPITULO 4. ESTUDIO DE SOCAVACION
  CAPITULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO
  CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

**a. OBJETIVO**

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

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

Presentará los análisis climatológicos del área aferente del corredor considerando los análisis temporales y espaciales de los parámetros más relevantes entre otros precipitación, temperatura y humedad relativa, etc.

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

Para aquellos casos donde el proyecto lineal contemple el diseño de nuevos puentes y/o reemplazo de puentes, el consultor debe considerar las siguientes recomendaciones: Establecer las características hidrológicas y los factores de la dinámica fluvial del rio, que permitan definir las dimensiones y ubicación de los elementos del nuevo puente, en función de la seguridad amenaza y posible vulnerabilidad de la nueva infraestructura, para limitar de manera adecuada estas tres (03) últimas condiciones. Por otra parte, debe establecer a través del diseño el manejo de escorrentía superficial y flujo subsuperficial para garantizar la estabilidad de la infraestructura propia del puente y complementaria a dicha estructura. El Contratista deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas, caudal máximo de diseño, comportamiento hidráulico en la zona aferente a la nueva infraestructura, 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.

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio se debe suministrar toda aquella información de competencia del área de hidrología, hidráulica y socavación a las áreas de geotecnia, para de esta manera adelantar el análisis del efecto de la precipitación, aguas subsuperficiales y superficiales, cursos de agua paralelos a los puntos de atención, respecto a condiciones detonantes ante un posible movimiento en masa (para analizar posibles efectos del agua sobre el suelo: ablandamiento, presión de poros, tensiones capilares, subpresiones, fluctuaciones del nivel freático, lavado de materiales, aumento de densidad y todas aquellas que el consultor considere evaluar).

### b. ALCANCES

Realizar los estudios hidrológicos, climatológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto. En lo posible, obtener los registros históricos completos y no limitarse a los últimos años. En todo caso, el Contratista 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.

Con estos estudios se determinará las cuencas, subcuencas y/o drenajes que atravesará el corredor vial, analizando las características de las cuencas como son área, pendiente de la cuenca y del cauce principal, uso actual y tipo de suelo entre otros; así mismo, se calculara los caudales y se definirán, las curvas intensidad duración frecuencia (IDF) de cada una de las cuencas y/o corrientes, en especial para puntos críticos hasta el sitio aproximado de cruce y se diseñarán las obras de drenaje mayores y menores y las obras de protección necesarias para el proyecto.

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

Determinar la localización de las obras de drenaje mayores y menores y subdrenaje, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidráulicas y de diseño geométrico del corredor vial.

La georreferenciación, abscisado y los niveles de las obras de drenaje mayores y menores deberán presentarse en concordancia con las rasantes y planta del diseño geométrico.

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

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

Evaluar la existencia de proyectos existentes en el área de influencia directa del proyecto que afecte las características hidráulicas de las corrientes de agua que atraviesen el corredor vial.

Adelantar los respectivos estudios de socavación.

**Información necesaria para el área de hidrología e hidráulica**

Para el desarrollo del volumen referido a esta área, se deberá tener como mínimo la siguiente información que será la base inicial del presente estudio:

I. Identificación de cuencas de las corrientes de tipo perenne (y/o identificables en los planos a escala 1:25.000 o a mayor escala si los hubiere, de acuerdo con lo dispuesto en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente a la fecha de los estudios) que sean atravesadas por el corredor vial.

II. Identificación de estaciones climatológicas e hidrométricas del área aferente al corredor vial, operadas por el IDEAM o por entidades gubernamentales o privadas.
III. Fotografías aéreas de los sitios de cruces más relevantes de las corrientes de tipo perenne, a escala 1:50.000 o mayor.
IV. Información de utilidad para los análisis de estabilidad de canales y de socavación: clasificación de la corriente, transporte de sedimentos, potencial de socavación, estabilidad del curso, materiales existentes en el lecho y las orillas, etc.
V. El Contratista 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 (inferior a 5 X 5) para definir la red de corrientes que atraviesan el corredor. Por tal razón el trazado de las cuencas para la obtención de los parámetros morfo métricos requeridos en los análisis hidrológicos se deberán obtener a partir de la cartografía IGAC escala 1:25.000.
VI. Para los análisis hidrológicos, hidráulicos y de socavación de los sitios de cruces de corrientes con obras mayores como puentes, pontones y box coulvert, el Consultor deberá adelantar los trabajos topográficos y batimétricos del cauce en una longitud de la corriente que sea el adecuado para garantizar la correcta modelación hidráulica de la corriente y la estructura.

## Capítulo 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

### a. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

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

Para la recolección de información de transporte y/o obras fluviales, cuando aplique, deben consultarse además del INVIAS a otras entidades que puedan aportar información estadística al proyecto.

### b. METODOLOGÍA

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

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

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

### c. ANÁLISIS DE LLUVIAS Y CLIMATOLOGICO

Con base en la información de precipitación obtenida ya sea en el IDEAM, 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 precipitación, precipitación máxima en 24hr, temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, número de días con lluvia, etc.

El Contratista deberá calcular las Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia para la aplicación del método racional cuyo uso está limitado a cuencas con área de drenaje hasta de 2.5 $Km^2$. Estas se pueden deducir para diferentes periodos de retorno ya sea por el método simplificado establecido en el Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS vigente a la fecha de los estudios, o a partir de los registros pluviográficos (pluviográmas) de la estación representativa pluviográfica del proyecto. La determinación de los periodos de retorno con los cuales se deben calcular el tipo de estructura está en función del tipo de estructura y de lo establecido en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVIAS o su equivalente que se encuentre vigente al momento de los estudios. Se anexarán fotocopias de la información básica.

### d. ANÁLISIS DE CAUDALES

En el caso que la corriente a analizar disponga de una estación hidrométrica con registros históricos de caudales máximos, 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 la tipo Gumbel y Log-Pearson Tipo III en el caso de valores extremos que son las más utilizadas en el ámbito hidrológico.

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 las corrientes cruzadas por el corredor vial, 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 para cada fuente se deberán estimar por al menos tres métodos, pudiendo ser los descritos a continuación o en su defecto los que el Consultor estime y justifique, éstos podrán ser el Método Racional, Método del Hidrograma de Escorrentía Superficial, el Modelo Lluvia-Escorrentía propuesto por el U.S. SoilConservationService (U.S.S.C.S.), el Hidrogama Unitario (p.e: el Hidrograma Unitario Sintético de Snyder, el Hidrograma Unitario Triangular, el Hidrograma Unitario del U.S.S.C.S y adoptado por el U.S. Bureau Of Reclamation), o el Método de Regionalización de Crecidas en Colombia desarrollado por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). En todo los casos el método seleccionado deberá cumplir con la restricción del área de la cuenca establecido en el Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS.

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

### e. JUSTIFICACIÓN DE FORMULAS EMPLEADAS

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

### f. APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS Y MÉTODOS DE PREDICCIÓN

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

## Capítulo 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

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

### a. ANÁLISIS HIDRÁULICO Y DE SOCAVACIÓN

En la selección del área hidráulica deben tenerse en cuenta el nivel de aguas máximas, el paso de

materiales de arrastre y la socavación. Igualmente se deberán determinar niveles de aguas y velocidades.

Se debe determinar el efecto de las inundaciones sobre la infraestructura y propiedades adyacentes y los efectos de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes, como resultado de las estructuras propuestas. También analizando el posible efecto erosivo que tengan corrientes paralelas, tanto sobre estructuras existentes como en la zona en general, lo cual tenga incidencia sobre la infraestructura vial.
En caso de requerirse en las obras mayores de drenaje, se debe proveer estructuras de alivio y de protección cuando se interfiera el flujo durante las inundaciones o cuando se reduzca la capacidad hidráulica.

**b. GEOMORFOLOGÍA - DINÁMICA FLUVIAL**

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

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

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

**c. OBRAS MENORES**

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

El Contratista deberá diseñar todas las cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas, canales, bateas, vados, badenes, estructuras de entrada y salida, y plasmar en planos los diseños específicos de cada sitio particular con sus cotas y coordenadas, así mismo deberá diseñar todas las estructuras de control hidráulico requeridas a la entrada y salida con las cuales se garantice la estabilidad de las laderas (estructuras de caída escalonadas, rápidas lisas, escalonadas combinadas, etc.).

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el **Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS**, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas ampliamente utilizadas en el medio como son las de la FHWA, el HEC 22 – UrbanDrainageDesign Manual, HEC 15 – Design of RoadsideChannelswith Flexible Linings, HDS 3 - Design Charts forOppenChanelFlow, Hds 4 – Design of Road Channels, HDS 4 – IntroductiontoHighwayHydraulics, HEC 11 – Design of RiprapRevetment, HEC 14

– HydraulicDesign of EnergyDisipatorsforCulverts and Channels, el HighwayDrainageGuidelines de la AASHTO, la Instrucción 5.2 – IC. Drenaje Superficial del MOPU de España, así como todas las guías HighwayDesign Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Contratista justifique y considere apropiadas.

**d. SUBDRENAJE**

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

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

El Especialista Hidráulico del Consultor deberá trabajar este capítulo con el Geólogo, Geotecnista y especialista en pavimentos.

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

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

**e. DRENAJE DE LA CORONA**

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

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

El Contratista podrá utilizar para el cálculo las metodologías propuestas en el **Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS** o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, o en su defecto las que

considere más apropiadas para el tipo de proyecto específico y justificarlas.

### f. HIDRÁULICA DE OBRAS MAYORES

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

Entre otros el Consultor con sus especialistas evaluarán y justificarán su localización, cuantificarán los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizarán 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 medio 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; analizarán y evaluaran la dinámica del río y la presentarán a escala 1:10.000 o menor, 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 el gálibo requerido para la localización de la superestructura del puente.

Para su diseño el Contratista podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el HDS 1 – Hydraulics of Bridge Waterways, HEC 22 - UrbanDrainageDesign Manual, HEC 21 - Design of Bridge DeckDrainage; el HighwayDrainageGuidelines de la AASHTO, así como todas las guías HighwayDesign Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Contratista justifique y considere apropiadas.

## Capítulo 4. ESTUDIOS DE SOCAVACION

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

Entre otros el Consultor deberá calcular y evaluar la socavación general y local para estructuras, implementando lo descrito en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente al momento de los estudios.

### a. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE CAMPO

El Contratista presentará el análisis detallado del sitio, cruce y ponteadero, puente y/o viaducto

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

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

La selección de los equipos para la ejecución de batimetrías dependerá de la información requerida por el consultor, quien deberá sustentar la necesidad de dichos trabajos y presentar el procedimiento y/o metodología aplicable.

### b. APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS DE SOCAVACIÓN

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

Para los valores críticos de socavación se recomendarán y dimensionarán las obras de control y protección.

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

## Capítulo 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

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

Adicionalmente, el Contratista deberá presentar los respectivos planos de áreas de aporte aferente,

debidamente localizados y a una escala adecuada definido por los criterios del diseñador y con aprobación por parte de la interventoría.

El Contratista estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, así mismo, entregará los registros del IDEAM o entidad que suministre la información hidroclimatológica, 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.

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

**Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El Contratista 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.

Como parte del resumen solicitado se debe presentar un listado de las obras mayores y menores necesarias para el correcto drenaje del corredor tanto transversales como longitudinales (cunetas, zanjas de coronación, filtros, estructuras de encole y descole, estructuras de disipación) ya sean existentes que se mantengan en servicio o nuevas a implementarse con el proyecto debidamente abscisadas y georeferenciadas tanto en planimetría como altimétricamente. Así mismo de ser el caso se concluirá sobre las zonas inundables y las acciones o correctivos que se deban tomar.

Se deberá presentar los planos los cuales como mínimo debe contener la información solicitada en el numeral “INFORMACION DE PLANOS” del Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente al momento de los estudios.

- **VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS**

El Informe Final del Estudio y Diseño de Estructuras deberá tener los siguientes componentes:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. GENERALIDADES
CAPITULO 3. ESTUDIOS REQUERIDOS
CAPITULO 4. PROYECTO ESTRUCTURAL
CAPITULO 5. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTRUCTURAS
CAPITULO 6. FASES DEL PROYECTO ESTRUCTURAL

CAPITULO 7. PLANOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
CAPÍTULO 8. ESTUDIOS DE PATOLOGÍA Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES
CAPITULO 9. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN
CAPITULO 10. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO
CAPITULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPÍTULO 12. ENTREGABLES Y ANEXOS

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

Realizar los diseños estructurales definitivos para iniciar obra para cada una de las estructuras previstas como necesarias en el corredor, puentes, pontones, viaductos, 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.

Se elaborará y presentará los diseños detallados de las estructuras que sean requeridas, los documentos presentados deberán contener toda la información necesaria y completa para que el constructor pueda materializar en campo las estructuras requeridas.

Se concluira sobre cuales estructuras y de que forma se intenvendran para obtener una via eficiente segura, presentandose intervenciones ejecutables, ya sea mantenimiento, rehabilitación, repotenciación, reforzamientos, cambios o construcción de estructuras nuevas complementarias. Se entregará toda la información necesaria y completa para la materialización en campo de las intervenciones requeridas.

### b. ALCANCES

Realizar los diseños estructurales definitivos de todas las intervenciones necesarias de mantenimiento, rehabilitación, repotenciación, reforzamientos, remodelación, cambios o construcción de estructuras nuevas complementarias, entre otras que así lo requieran como puentes, estructuras, obras complementarias, viaductos, estructuras de contencion de tierras, estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje, cimentación de la infraestructura necesaria para el proyecto, en el caso de estructuras especiales como falso túnel o pasos deprimido se debe considerar la iluminación, ventilación y demás elementos que correspondan para la correcta construcción de la infraestructura.

El Consultor deberá definir como mínimo y sin limitarse a estos, lo siguiente:

1. Ubicación,
2. Contexto y descripción del proyecto,
3. Memorias de cálculo.
4. Especificaciones técnicas con procesos constructivos.

5. Presupuesto con sus memorias de cantidades, análisis de precios unitarios.
6. Planos estructurales con detalles constructivos incluyendo despieces, conexiones, anclajes, correas, cables, secuencias constructivas, o detalles del procedimiento constructivo, dimensiones y secciones de elementos, materiales.
7. Recomendaciones constructivas.
8. Cronogramas de obra, en el que se contemple temporadas de lluvias.
9. Cualquier otro documento que sea relevante para dar inicio a la materialización de las estructuras, velando por alcanzar el objetivo que es lograr materializar el proyecto, en un tiempo acorde al cronograma.

Con base en los diseños definitivos elaborados, el consultor debe hacer un análisis económico de cada una de las alternativas planteadas (factor esencial para la selección de la alternativa constructiva) y la factibilidad que desde las demás áreas componentes de este estudio, le permitan viabilizar la ejecución del proyecto.

De acuerdo a la particularidad del proyecto se deben adelantar las patologías necesarias en las estructuras existentes, para determinar el grado de vulnerabilidad, las posibles limitaciones en su servicio y la vida útil remanente de la estructura. Para aquellos casos necesarios, el consultor deberá proponer acciones tanto correctivas, como preventivas y de mantenimiento, para garantizar el servicio de la estructura en las condiciones actuales, proyectando el tiempo de servicio con dichas acciones planteadas.

Respecto a la carga viva vehicular a utilizar será la designada como CC 14, o la que indique el código vigente en el momento de ejecución de los trabajos.

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

El sismo de diseño deberá tener una probabilidad de ocurrencia según se establece en el CCP 14 Vigente.

Las estructuras se deben diseñar considerando los aspectos de resistencia, facilidad de construcción, seguridad y servicio, pero también considerando debidamente los aspectos relacionados con la facilidad de inspección, economía, estética y la aplicación de nuevas tecnologías debidamente comprobadas.

## Capítulo 2. GENERALIDADES

Con base en la definición del eje del proyecto, la sección transversal del sitio de la estructura (cualquiera que esta sea), y criterios definidos de drenaje, geología y geotecnia, además del reconocimiento directo del sitio, se procederá a la adaptación de modelos, en lo referente a puentes, pontones, muros de contención, box-culverts y en general estructuras que atraviesen el eje definitivo del proyecto. Todos los diseños

estructurales de puentes y pontones de luces mayores a 10 m, deberán considerar los estudios de efectos sísmicos según se requiera en las normas.

Es indispensable realizar una inspección, estudio y diagnóstico del estado actual de todas las estructuras que se encuentren en el corredor como puentes, pontones, viaductos, estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje o cualquier estrutura complementaria que atraviese el eje definitivo del proyecto y/o este dentro del área de influencia del mismo. Se establecerá la capacidad operativa y técnica, identificándose los problemas funcionales de servicio o estructurales se que estén presentando en las diferentes estructuras.

Se detallará las fichas de toma de información de las inspecciones en campo, los ensayos destructivos y no destructivos necesarios a ejecutar, en general la obtención de información secundaria y primaria con la cual se realizará el análisis y posterior estudio de las estructuras que requieran de alguna intervención, sea mantenimiento, rehabilitación, reforzamiento, estructura nueva complementaria, cumpliendo todos los requerimientos de normas aplicables vigentes a cada estructura.

Para el diseño de obras de drenaje menores, deberán utilizarse los modelos de Manual de Drenaje para carreteras INVIAS vigente al momento de los estudios, en concordancia con el Especialista de Hidrología, Hidráulica y Socavación.

En el análisis y diseño de todas las estructuras, el Consultor deberá cumplir como mínimo, pero sin limitarse 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
- 62
- 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

La aplicación de cualquier norma no referenciada o como alternativa de las anteriorment citadas, deberá ser claramente justificada y aprobada por la interventoría.

**a. Diagnóstico**

Luego de que el profesional ha terminado con las actividades de campo, se analizará y se obtendrá un diagnóstico con el cual se podrá clasificar las estructuras de la siguiente manera, ejemplo:

1. No requiere intervención
2. Se requiere mantenimiento como sellado de fisuras
3. Se requiere un estudio adicional como:
   - Se requiere rehabilitación modificación parcial o totalmente de la estructura, por temas de servicio.
   - Estudio de capacidad de carga, para estimar la capacidad admisible de las estructuras para una nueva condición de carga, como por ejemplo el incremento en el tráfico y por consiguiente incremento en la solicitud de cargas.
   - Realizacion de ensayos para caracterización de los materiales, en cuanto a sus condiciones de resistencia a la comprensión, módulo de elasticidad estático o propiedades de durabilidad, caracteristicas fisicas y mecánicas de los elementos estructurales.
   - Al verse comprometida la seguridad se considerará realizar una repotenciación o reforzamientos, necesitandose un estudio de patología y estudio de vulnerabilidad sismica.
   - Diseños de estructuras nuevas o complementarias.
   - Demolición de estructuras actuales y obras nuevas por completo.
   - Cualquier otro estudio y análisis necesario para definir las intervenciones necesarias de mantenimiento, rehabilitación, repotenciación, reforzamientos, construcción de estructuras complementarias o nuevas sobre las estructuras.

**b. Consideraciones Mínimas de Diseño**

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

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

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

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

**c. Disposición del Predio.**

La ubicación y alineación de las estructuras de drenaje, se deberán seleccionar de manera que satisfagan los requisitos del tráfico en el tramo de vía del estudio.

Se deben considerar posibles variaciones futuras de la alineación o el ancho del curso de agua, la carretera o las vías férreas cruzadas por el puente.

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

**d. Facilidad de Construcción.**

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

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

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

La documentación técnica debe indicar al menos un método constructivo factible.

Si el diseño requiere algún incremento de resistencia o soportes temporales, esta necesidad debe estar indicada en la documentación técnica. Se deben evitar detalles que requieran soldadura en áreas restringidas o colocación de hormigón a través de zonas con congestión de armaduras.

Se deben considerar las condiciones climáticas e hidráulicas que pudieran afectar la construcción de las obras de drenaje.

**e. Economía**

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

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

Las intervenciones que se decidan hacer sobre las estructuras se deberán plantear de tal manera que sean realizables, y se pueda materializar sin inconvenientes o contratiempos. Se deben considerar las condiciones climáticas e hidráulicas que pudieran afectar las intervenciones, indicandose temporada de lluvias, con un cronograma de obra.

Se indicarán los tipos de materiales, proveedores en la zona, metodología de construcción, mano de obra calificada, dimensiones y secciones, localización de la intervención, entre otros. En caso de que existan restricciones al método constructivo, la documentación técnica deberá llamar la atención a dichas restricciones.

### f. Seguridad del Tráfico

Se debe considerar el tránsito seguro de los vehículos sobre la vía del proyecto. Se deben minimizar los riesgos para los vehículos que circulen por este tramo de vía.

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

Se confirmará que los diseños y estados de las estructuras existentes cuenten con las condiciones y caracteristicas adecuadas, para responder a solicitudes de carga según el tránsito actual y proyectado a futuro. Se garantizará la seguridad y sensación de seguridad a los vehículos sobre o debajo de la estructura mayor.

### g. Programación o Cronograma

Se elaborará un programa general de pasos previos al inicio de obra y pasos durante la ejecución, en el cual se siga un orden cronológico, señalando las interrelaciones entre los diversos trabajos y garantizando que todas las obras queden concluidas con la calidad técnica requerida, con una duración y valor económico coherente a las intervenciones a realizar, recomendando un número de frentes de trabajo y ritmo requerido durante los trabajos.

El consultor podrá utilizar uno de los softwares del mercado como Project, Primavera o similar mostrándose el cuadro de recursos y asignación de los mismos, diagrama de Gantt con ruta critica y el análisis de tiempos de acuerdo a los rendimientos calculados para los recursos.

## Capitulo 2. ESTUDIOS REQUERIDOS

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

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

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

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

## Capitulo 4. PROYECTO ESTRUCTURAL

En el proyecto estructural se realiza el diseño definitivo de las estructuras de drenaje y de la vía, como de las obras complementarias y por ende de todos y cada uno de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

Así, dentro de los productos correspondientes al diseño estructural que deben ser entregados por el Consultor están:

- Listado maestro de planos de cada volumen, debidamente codificados, y numerados conforme se presente al Instituto.
- Los planos de diseño estructural con todas las plantas, despieces, cortes y detalles de los elementos estructurales, según se indica más adelante.
- Las especificaciones técnicas, información que determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución material en la obra.
- Las memorias de cálculo: Las cuales deben tener el contenido indicado en este capítulo como mínimo.
- Los modelos matemáticos y de computador implementados son solo herramientas para alcanzar el objetivo planteado, sin embargo en el caso de procesos constructivos especiales, el consultor deberá, por requerimiento de la interventoría, suministrar los modelos estructurales utilizados para tal fin.

## Capítulo 5. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTRUCTURAS

La ejecución del levantamiento topográfico del sitio donde se localizará la estructura se realizará de tal manera que permita la elaboración de los diseños definitivos para Puentes y estructuras propuestos.

### a. Levantamiento Topográfico

Siendo la topografía el documento base para la coordinación y evaluación de los estudios y diseños de esta fase, el Consultor deberá realizar:

- Un levantamiento topográfico en el área de localización de las estructuras, de tal manera que se cubra con suficiencia las posibles variaciones de diseño a tener en cuenta en la evaluación de alternativas. Esto es al menos 50 m aguas arriba y aguas abajo o más si la condición de diseño lo requiere.
- Referenciar el eje del proyecto horizontal, a la entrada y salida del ponteadero mediante mojones de concreto, estableciendo los valores X, Y y Z del proyecto.
- Presentar las carteras topográficas con los listados de tránsito, nivel y topografía.

### b. Plano General

Se elaborará un plano general a escala 1:200 (mínimo). La planta-perfil a la misma escala del ponteadero 1:200 (mínimo). Todos los elementos deberán estar amarrados a la red geodésica nacional.

Se presentarán los perfiles longitudinales y transversales En la proyección del obstáculo se presentarán elementos del diseño geométrico de la vía, el eje debidamente referenciado y abscisado, cotas de rasante.

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

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

Para la alternativa seleccionada se realizará topografía a escala 1:200, replanteando la localización el perfil topográfico por el eje seleccionado y por los bordes del tablero proyectado, así como perfil topográfico paralelo por el eje de las unidades de infraestructura.

## Capítulo 6. FASES DEL PROYECTO ESTRUCTURAL

El proyecto estructural abarcara las siguientes fases:

### a. Estudio de Alternativas

El estudio de alternativas comprende la implantación, definición arquitectónica general, pre-dimensionamiento estructural hasta estimación de cuantías para cálculo de cantidades y evaluación económica, técnica, ambiental de cada una de las alternativas propuestas.

El Consultor deberá presentar al menos (2) alternativas estructurales para cada uno de los puentes, muros de contención o viaductos objeto del estudio, con sus correspondientes análisis justificados de ventajas y desventajas que incluyan ademas del sistema estructural, tipo de material, la evaluación técnica, financiera, ambiental, considerando los parámetros geológicos, geotécnicos, ambientales, análisis de riesgos, con la obtención de un presupuesto aproximado con memoria de cantidades de obra preliminar.

En el análisis de ventajas y desventajas se deberán analizar aspectos técnicos, económicos y ambientales, esto tomando en cuenta variables como sistema estructural, material (concreto, acero), geometría, luces, afectación ambiental, urbanismo y paisajismo, hidráulica, estética.

Para seleccionar la alternativa que resulte más favorable, se hará en forma conjunta con el Interventor designado por el INVIAS.

Una vez definida la alternativa, el consultor deberá elaborar y presentar los diseños estructurales definitivos de todas las obras requeridas en el proyecto vial, a un nivel de DISEÑO DEFINITIVO DE OBRA, con todos los componentes y elementos estructurales, que se requieran para materializar en campo, los puentes, pontones, viaductos, 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 de la área de influencia del mismo.

En el caso de requerir obras complementarias como: muros de contención de acompañamiento de terraplenes de acceso-pantallas, muros de defensa o protección de ribera aguas arriba ó aguas abajo, aliviaderos (box-coulvert, bateas, tuberías), entrega de aguas superficiales y aguas lluvias, para los accesos de los puentes o en algunos sectores del proyecto, el Consultor deberá presentar dos (2) diseños, de tal forma que en conjunto con el Interventor se determine la alternativa más conveniente a seleccionar desde el punto de vista técnico, estético, económico y ambiental.

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

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

El capítulo de evaluación de alternativas deberá presentar para cada alternativa evaluada planos de localización y pre-dimensionamiento total y memorias justificativas de cantidades y cuantías así:

b. **Condiciones de Carga de Diseño:** El proyecto estructural considerará las siguientes condiciones de cargas de diseños, como mínimo:

a. DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONDICIONES 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 prescritos, así como los demás casos de carga que contempla la normativa que aplique según el tipo de estructura, cargadas 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 modelado 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 sísmica y del material estructural utilizado. Todos los elementos estructurales se diseñarán de acuerdo con los requisitos de la normativa que aplique. 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.

b. 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. Se incluirá detalles del procedimiento constructivo, identificando cargas y deformaciones del proceso en cada uno de los pasos, y el cálculo debe corresponder a los obtenidos en obra.

c. PRUEBA DE CARGA: Acorde a las condiciones particulares de cada Puente, Pontones y Viaductos, se definirá por el diseñador estructural, con la aprobación de la interventoria, la necesidad de la realización de la prueba de carga al momento de finalizar las intervenciones, para recibo final de la obra, el cual, debeá ser presentado en planos y especificaciones. Este procedimiento deberá especificar claramente los criterios de aceptación y rechazo. Se deberá realizar con los criterios que sean considerados en la normatividad vigente.

En caso de NO requerirse hacer prueba de carga, se deberá indicar las razones por las cuales no se considero necesario.

d. SISTEMA INTELIGENTE DE GESTIÓN DE PUENTES (SIGP): Acorde a las condiciones particulares de cada Puentes, pontones y Viaductos, se definirá por el diseñador estructural, con la aprobación de la interventoría, la necesidad de la implementación un sistema inteligente de gestión de puentes (SIGP) que esté 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.

   En caso de que NO requerirse, se deberá indicar las razones por las cuales no se consideró necesario.

**c. Infraestructura**

Se deberá elaborar plano de localización general debidamente georreferenciado con coordenadas y medidas que permitan la ubicación exacta de las unidades de infraestructura y elementos de fundación.

Planos de Geometría estructural con dimensiones, indicando tipo de cimentación y los parámetros geotécnicos adoptados como criterio, cuadro de cuantías y cuadro de cantidades.

Estribos y Pilas: Vista en planta y alzado (frontal y lateral), cortes por el eje de la vía, por el arranque y los extremos de las aletas y muros de acompañamiento, con las dimensiones, distribución de refuerzos y detalles indispensables para su correcta interpretación.

El Consultor a través de su especialista de geotecnia deberá revisar hasta su aprobación el plano de diseño estructural de la cimentación, donde el especialista estructural del Consultor indicará claramente las presiones, o cargas obtenidas del análisis.

**d. Diseño de los elementos estructurales**

En esta etapa se realiza el estudio y diseño definitivo de la alternativa seleccionada en lo correspondiente a la estructura del puente y las obras complementarias y por ende de todos y cada uno de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

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

Para los puentes o viaducto que deban ser intervenidos a nivel de mantenimiento, se indicara las actividades necesarias a desarrollar, la localización de las intervenciones, procedimiento de las

intervenciones, los materiales, mano de obra, cronograma, presupuesto detallado con los análisis de precio unitario y cantidades.

Para los puentes, pontones o viaducto que deban ser intervenidos a nivel más complejo, con análisis o estudios especificos como un posible reforzamiento, obra nueva; se presentará los estudios de patología, estudios de vulnerabilidad, memorias de cálculo, análisis y estudios realizados. En caso que se compruebe que no se está cumpliendo la Norma Colombiana de Diseños de Puentes CCP2014 – Resolución 108 de 2015 – Ministerio de Transporte o la Normatividad Vigente, se presentarán y desarrollarán a nivel de prefactibilidad dos alternativas de solución del reforzamiento estructural, obra nueva o la intervención que tenga lugar, con las cuales se seleccionara la mejor alternativa, la cual se desarrollará a nivel de detalle.

**e. Diseño de la Cimentación**

Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el diseño de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural y los criterios geotécnicos establecidos a partir de las recomendaciones de los componentes de Geotecnia y Geología.

**f. Edición de memorias de cálculo**

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

- Descripción del proyecto, 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 deberá incluir los detalles del procedimiento constructivo, identificando cargas del proceso en cada uno de los pasos, y que el cálculo debe corresponder a eso.

El Consultor establecerá las recomendaciones y procedimientos para que en la etapa de construcción, a todos los puentes y/o viaductos se les efectúe una prueba de carga, para recibo final de las obras, la cual deberá ser presentada en planos y especificaciones.

**g. Super estructura**

Se evaluará para cada caso particular de puente, el dimensionamiento transversal y longitudinal, así como el ancho de tablero de acuerdo con el diseño geométrico y si es necesaria la colocación de andenes y/o barreras vehiculares. Se presentará cuadro de cuantías y cuadro de cantidades.

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

En el caso de que se contemple la construcción de puentes metálicos para la solución de los sitios de ponteadero, el Consultor deberá establecer los procedimientos para que en la etapa de construcción se realicen pruebas de resistencia de los elementos de acero, y se efectúen las verificaciones de los cordones de soldadura y la tornillería, mediante ensayos.

**h. Diseño de Estructuras Menores:**

- **Estructuras Complementarias:** Se entiende como estructuras complementarias a los muros de contención de tierras, estructuras de drenaje, como box-culverts, o cualquier estructura adicional, que atraviese el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo. Para las estructuras existentes se deberá verificar que se está cumpliendo con los estándares de calidad y servicio, según la normativa que aplique, y en caso de que se deban intervenir, se desarrollará e indicará toda la información necesaria para materializar las intervenciones requeridas.

- **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, 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. Para las estructuras de contención que deban ser intervenidas a nivel de mantenimiento, se indicará las actividades necesarias a desarrollar, la localización de las intervenciones, procedimiento de las intervenciones, los materiales, mano de obra, cronograma, presupuesto detallado con los análisis de precio unitario y cantidades.

  Para las estructuras de contención que deban ser intervenidas, a un nivel más complejo, con estudios adicionales, con análisis o estudios específicos, como un posible reforzamiento, obra nueva, se presentará los estudios de patología, estudios de vulnerabilidad, memorias de cálculo, análisis y estudios a realizados. En caso que se compruebe que no se está cumpliendo la Norma CCP14 SECCIÓN 11 - MUROS, ESTRIBOS Y PILAS, NSR-10 CAPITULO H.8 o la normativa que aplique. Se presentarán y desarrollarán a nivel de detalle el reforzamiento estructural, obra nueva, o la intervención que tenga lugar, con las cuales se dará solución, en concordancia al análisis de capacidad estructural, sísmica, hidráulico, hidrológico y de socavación, presión de tierras, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos.

- **Estructuras de Drenaje:** Son estructuras cuya finalidad es garantizar la funcionalidad del proyecto, por lo cual para las mismas se debió considerar los requisitos mínimos y condiciones de presentados en los diferentes estudios realizados por los demás componentes del proyecto, en los diseños realizados. Se deberá realizar un análisis de capacidad estructural, sísmica, hidráulico, hidrológico y de socavación, presión de tierras, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos. Concluyendo si se está cumpliendo o no con la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP2014 o NSR-10 CAPITULO C23-TANQUES Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA AMBIENTAL DE CONCRETO, la normativa que aplique.

  Las estructuras de drenaje que deban ser intervenidas a nivel de mantenimiento, se indicará las actividades necesarias a desarrollar, la localización de las intervenciones, procedimiento de las intervenciones, los materiales, mano de obra, cronograma, presupuesto detallado con los análisis de precio unitario y cantidades.

  Para las estructuras de drenaje que deban ser intervenidos, a un nivel más complejo, con estudios adicionales, con análisis o estudios específicos, como un posible reforzamiento, obra nueva, se presentará los estudios de patología, estudios de vulnerabilidad, memorias de cálculo, análisis y estudios a realizados. En caso que se compruebe que no se está cumpliendo la Norma que aplique, se presentarán y desarrollarán a nivel de detalle el reforzamiento estructural, obra nueva, o la intervención que tenga lugar, con las cuales se dará solución, en concordancia al análisis de capacidad estructural, sísmica, hidráulico, hidrológico y de socavación, presión de tierras, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos.

- 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.

  - Las estructuras que deban ser intervenidas a nivel de mantenimiento, se indicará las actividades necesarias a desarrollar, la localización de las intervenciones, procedimiento de las intervenciones, los materiales, mano de obra, cronograma, presupuesto detallado con los análisis de precio unitario y cantidades.
  - Para las estructuras que deban ser intervenidas, a un nivel más complejo, con estudios adicionales, con análisis o estudios específicos, como un posible reforzamiento, obra nueva, se presentará los estudios de patología, estudios de vulnerabilidad, memorias de cálculo, análisis y estudios a realizados. En caso de que se compruebe que no se está cumpliendo la Norma que aplique, se presentarán y desarrollarán a nivel de detalle el reforzamiento estructural, obra nueva, o la intervención que tenga lugar, con las cuales se dará solución, en concordancia al análisis de capacidad estructural, sísmica, hidráulico, hidrológico y de

socavación, presión de tierras, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos.

## Capitulo 7. PLANOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

### a. Alcance De Planos

El consultor presentará planos de diseño a nivel de ingeniería de detalle de las estructuras de drenaje planteadas, estos deberán, sin excepción, ser revisados y aprobados por la Interventoría.

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

### b. Estructuración de los Planos

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

**Planos Estructurales para la Alternativa Seleccionada:**

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.

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

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

El Consultor deberá entregar los planos de acuerdo a lo establecido en el según lo estipulado en el numeral 4 llamado Entrega de Documentos al INVIAS y Forma de Presentación.

## Capítulo 8. ESTUDIOS DE PATOLOGÍA Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES.

La patología se realizará en aquellas estructuras presentes que después de haber realizado un trabajo de diagnóstico y/o auscultación en compañía de la interventoría, se determine que es necesario realizarla, en aquellas estructuras que el consultor en compañía de la Interventoría identifiquen que no requieren este tipo de estudio, se debe presentar al Instituto la respectiva justificación técnica.

Las actividades descritas en este capítulo aplican para cada una de las estructuras principales como puentes y pontones existentes en la zona del proyecto, que para cumplir con el objeto del presente contrato se requiera de su evaluación y posterior diseño de rehabilitación o reforzamiento.

Para adelantar los estudios de patología de estructuras en general el consultor deberá adelantar como mínimo las etapas de consecución de información, verificación en campo de la construcción real, valoración de la condición actual de la estructura, determinación de posibles condiciones de inseguridad y de peligro potencial recomendando las acciones inmediatas a implementar, y la definición de parámetros para la modelación de la estructura. El consultor sin perjuicio de lo descrito en el presente numeral deberá garantizar el resultado del estudio utilizando la información de referencia que considere aplicable.

Siempre que se realice una modificación a una estructura existente deberá realizarse el análisis estructural de la estructura modificada y reforzada, requerido para garantizar su estabilidad y cumplimiento con los requisitos de resistencia y funcionalidad establecidos en la normatividad vigente.

Así el consultor deberá efectuar una búsqueda, recopilación y análisis de toda la información relacionada con planos y memorias de diseños iniciales, planos record, informes de Interventoría, bitácoras de obra, registros fotográficos, y especificaciones técnicas empleadas tanto en la construcción inicial como en actividades posteriores de reforzamiento, repotenciación, rehabilitación, reparación y mantenimiento parcial

o total si hubiere; e información de estudios de diagnóstico y diseños de reforzamientos previos, entre otros.

Sin importar la cantidad y calidad de la información que sea recopilada, el Consultor deberá efectuar, incluso paralelamente a la recopilación de información, una inspección de diagnóstico preliminar de la estructura que deberá quedar consignada en un informe provisto de esquemas estructurales y registros fotográficos y fílmicos en formato digital, con base en la cual el consultor deberá definir la metodología para la inspección detallada y la exploración de campo a realizar, en la cual deberá definir las actividades de campo a realizar, el personal requerido, los equipos necesarios, el tipo de ensayos destructivos y no destructivos a utilizar, la cantidad y distribución de los mismos a ejecutar a lo largo de la estructura y las especificaciones técnicas que rigen estos ensayos.

Así, el Consultor deberá adelantar una verificación en campo de la construcción real dentro de la cual se incluye:

El levantamiento detallado de las dimensiones longitudinales y transversales definiendo el tipo de material de cada uno de los elementos de la estructura como barandas, guardarruedas, carpeta asfáltica, espesores de placa tanto en voladizos como en secciones intermedias, vigas, riostras, juntas, neoprenos, vigas cabezales, pilas y/o columnas, vigas de cimentación, dados, zapatas, pilotes, muros de cerramiento, estructuras de contención, estructuras de tratamiento y distribución de agua y cimentaciones de los mismos; para estos últimos si se efectuarse demoliciones y excavaciones sobre zonas verdes, calzadas o espacio público se deberá reponer las condiciones iniciales existentes; y para determinar espesores de placa deberán efectuarse extracción de núcleos o demoliciones puntuales de la carpeta asfáltica y perforación con taladro, u otro método propuesto por el Consultor, siempre que se garantice el conocimiento de la distribución de los espesores de placa y carpeta, e incluso rellenos sobre estructuras enterradas.

Un levantamiento topográfico de precisión del alineamiento longitudinal de los diferentes elementos en su sección transversal para detectar posibles asentamientos, deformaciones torsionales, deformaciones de construcción, pandeos laterales, deflexiones permanentes, etc., realizando el levantamiento de las secciones transversales suficientes para conoces los problemas entes mencionados, el consultor deberá presentar en la metodología la propuesta de levantamiento y esta estará revisada y aprobada por la interventoría.

Un levantamiento detallado de fisuras y grietas de los diferentes elementos indicando su geometría, longitud, espesor y trayectoria documentándolo en forma gráfica.

Un levantamiento detallado del acero de preesfuerzo o refuerzo tanto a flexión como a cortante, determinando el número, posición, diámetro, longitud y espaciamiento de las barras de refuerzo, trayectoria tipo, cantidad de torones de tensionamiento, y recubrimientos de concreto; mediante métodos de ultrasonido y regatas de verificación.

Se aclara que si bien el muestreo debe ser propuesto por el Consultor descrito en la metodología y probado

por la interventoría, el tema de correspondencia o detección de errores constructivos asociados a los aceros de refuerzo y preesfuerzo es de vital importancia en la toma de decisiones de reforzamiento, y que será responsabilidad del Consultor cualquier defecto derivado de un muestreo insuficiente.

Determinación del avance de frentes de carbonatación en las superficies de concreto y nivel de afectación por corrosión del refuerzo estableciendo zonas vulnerables a tratar para cada elemento estructural. Y de acuerdo a la aplicabilidad del tipo de estructura a diagnosticar, se deberá determinar el nivel de ataques químicos y biológicos mediante ensayos de análisis químicos y petrográficos propuestos por el Consultor.

Determinación de resistencias de los concretos de cada elemento estructural buscando a través de los diferentes ensayos cubrir el 100% de la estructura, y calidad de aceros de refuerzo tanto a flexión como a cortante, para lo cual deberán efectuarse extracción de núcleos y el sellado del elemento, medición de la velocidad del pulso ultrasónico, medición del espesor de láminas de acero, medición de resistencias de elementos de acero, determinación de calidad de acero por medio de ensayos propuestos el Consultor y aprobados por el interventor.

En el caso de estructuras con vigas en sección cajón que no posean trincheras de inspección, el Consultor deberá generar una abertura en el tablero que permita realizar una inspección interna del estado de los elementos; igualmente, donde se encuentren escaleras o rampas o zonas bajas encerradas se deberá efectuar una abertura para realizar la inspección y ensayo; y al final en ambas situaciones restituir las condiciones iniciales.

Con base en esta exploración y ensayos de campo, el Consultor deberá efectuar una comparación entre lo realmente construido y la información recopilada, en forma tal que puedan ser incorporados en el análisis estructural; adicionalmente deberá efectuar un análisis de los defectos encontrados advirtiendo la incidencia en el comportamiento de la estructura y proponiendo correctivos provisionales que garanticen la movilidad bajo las condiciones normales de servicio.

Para estructuras metálicas es necesario que se realice una evaluación en la cual se verifique como mínimo si existe algún tipo de corrosión como puede ser localizada, uniforme o galvánica; el estado de las conexiones soldadas o atornilladas; la calidad del recubrimiento de protección del acero; fallas de elementos por sobreesfuerzos o fatiga; auscultación de pedestales y elementos de cimentación y cualquier otro tipo de verificación que el ingeniero patólogo considere indispensable para conocer el estado actual de la estructura. Para la inspección a realizar deberán utilizarse ensayos no destructivos.

Así mismo, una vez obtenidos los resultados de los ensayos, el Consultor deberá definir los parámetros a ser incorporados en los modelos matemáticos en términos de geometrías de elementos, deformaciones de los mismos, resistencias de materiales, proyección de la vida residual de la estructura; y parámetros para la verificación de los diferentes elementos y para los diseños de soluciones de reforzamiento, incluyendo las hipótesis y combinaciones de cargas a emplear; así como, efectuar una viabilización de la posibilidad de reforzar la estructura según el estado de conservación de la misma y los defectos constructivos

encontrados; para lo cual deberá elaborar un documento escrito.

## Capítulo 9. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Las cantidades de obra para cada una de las alternativas se calcularán con base en los planos de construcción, teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras del INVIAS vigente. El Consultor tendrá en cuenta que las cantidades de obra podrán cuantificarse en forma global por elementos estructural, (losa, vigas, cimentación, montaje, etc.).

El Consultor tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las cantidades de obra deben cuantificarse ítem por ítem de acuerdo con las normas anteriormente mencionadas; así mismo, se deberá presentar una memoria de cálculo de dichas cantidades.
- El Consultor elaborará especificaciones particulares para aquellos trabajos que no estén cubiertos por las especificaciones y normas generales, o cuando las características especiales de la obra requieran su modificación. Las especificaciones particulares deben incluir, además, criterios ambientales y de aceptación/rechazo/multas. Estas especificaciones deberán ser avaladas por la Interventoría.

## Capítulo 10. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

Para cada ítem de pago deberá efectuarse el análisis del precio unitario No Previstos que pudiesen ser requeridos al Interventor para su revisión y aprobación, para lo cual, se obtendrá información de los costos básicos en la zona del proyecto, tales como equipos, materiales y mano de obra, teniendo en cuenta, además, los factores de producción y las condiciones específicas de la región, como régimen de lluvias, acceso al sitio de los trabajos, sistemas de explotación y producción de los agregados pétreos, y todos aquellos factores que puedan incidir en la determinación del precio unitario de los diversos ítems.

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

En todo caso el Contratista presentará los Análisis de Precios Unitarios No Previstos, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Interventoría para tal fin.

Con los precios unitarios de cada ítem y las respectivas cantidades de obra, se determinará el presupuesto a la fecha de presentación del estudio. Anexo al plano o planos de cada alternativa se deberá entregar la memoria de cálculo de cantidades para presupuesto.

## Capítulo 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá compilar las conclusiones finales del estudio, las cuales harán referencia al estudio de

alternativas (análisis de ventajas y desventajas y evaluación presupuestal) alternativa constructiva seleccionada, en cuanto a sus características principales, dimensiones y los costos asociados a su construcción, así mismo presentará los aspectos más relevantes de cada una de las especialidades tenidas en cuenta para el dimensionamiento de las estructuras.

El Consultor deberá garantizar que solución seleccionada, sea viable técnica, económica y que sea una solución ingenieril construible.

El consultor dependiendo de la particularidad del proyecto, podrá presentar alternativas de solución que involucren el empleo de elementos prefabricados de gran escala para los diferentes elementos tanto de la superestructura y subestructura, siempre y cuando cumpla con la normativa vigente para tal fin; en dicho caso de propuesta el consultor generará las recomendaciones constructivas lo cual se verá a su vez reflejado en el respectivo procedimiento constructivo (especificación particular) y estimación de costos de la tarea específica.

La consultoría deberá recomendar los ensayos y/o pruebas que se deben realizar sobre cada una de las estructuras una vez materializadas y previo a la entrada en funcionamiento de las mismas, las cuales se deben desarrollar de manera amplia y suficiente, al igual que recomendar como deberán ser los planteamientos de instrumentación de estructuras.

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

El informe final deberá contener los siguientes capítulos organizados en uno o más volúmenes fundamentales para el diseño estructural de las obras de drenaje.

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

## Capítulo 12. 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

- **VOLUMEN IX. ESTUDIO DE URBANISMO Y PAISAJISMO**

El informe final del estudio de Urbanismo y Paisajismo deberá considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. INFORMACION BASICA
CAPITULO 3. ANALISIS POR GENERAR
CAPITULO 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
CAPITULO 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR

CAPITULO 6. ANÁLISIS DE IMPACTOS URBANÍSTICOS - PAISAJÍSTICOS EN EL ENTORNO DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE ESTOS
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 8. ANEXOS

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

El Estudio de Urbanismo y Paisajismo pretende garantizar una interacción funcional entre la vía los usuarios de la vía, identificando las dinámicas del área de influencia del Proyecto, para incorporar soluciones que generen conectividad, accesibilidad, seguridad, y sostenibilidad del Corredor.

### b. ALCANCES

- Establecer las características de la interacción, en la dimensión espacial, entre la vía y las áreas de influencia del proyecto en las cuales se presentan asentamientos humanos, edificaciones, e instalaciones con diferentes usos y en diferentes grados de densidad.
- Establecer el potencial de interacción funcional entre la infraestructura vial objeto de diseño y los usos identificados, en cuanto a flujos de tránsito vehicular, peatonal, en bicicleta, particularmente en zonas urbanas y zonas rurales con alta densidad de población o actividades socioeconómicas.
- Identificar los posibles puntos de conflicto entre la infraestructura vial objeto de diseño y los usos identificados para cada uno de los flujos de tránsito.
- Generar y evaluar las alternativas de diseño para lograr una interacción altamente funcional entre la vía y el territorio de influencia, en zonas críticas, considerando diseño de ciclovias (recreativas y a lo largo de la infraestructura del Proyecto) soluciones de señalización y demarcación (para bicicletas y bici-usuarios), generando soluciones que promuevan el uso de la bicicleta.
- Establecer criterios para el diseño paisajístico para los diferentes componentes de la vía, con base en las características de las unidades de paisaje regional, teniendo en cuenta disposición y arquitectura de la arborización, recomendar nuevas zonas verdes y arbóreos y de zonas (duras, blandas, verdes), puentes y otras estructuras, taludes, áreas de derecho de vía.
- Definir y delimitar el conjunto de sitios en los cuales se requiere la elaboración de diseño urbanístico-paisajístico específico con criterios de sostenibilidad.
- Desarrollar los diseños y especificaciones urbanístico - paisajísticos, incluyendo tanto los diseños tipo para los diferentes componentes de la infraestructura como los diseños específicos para los sitios que por su complejidad lo requieran.
- Incorporar las soluciones así desarrolladas en el diseño geométrico de la vía y en general en todos los aspectos pertinentes correspondientes a esta Fase III.
- Generar espacios públicos integrales, funcionales, seguros, accesibles, sostenibles y concertados, generando infraestructura para los peatones y ciclistas y espacios adecuados para la bicicleta.

- Proponer un anteproyecto urbano paisajístico que plasme los criterios de intervención y mitigue los impactos urbano-paisajísticos en el área de trabajo.
- Realizar los diseños definitivos del proyecto de Urbanismo y paisajismo a partir del diseño geométrico definitivo, diseño de redes húmedas y secas y demás componentes de la consultoría.
- Producir todos los detalles constructivos necesarios para la correcta ejecución del proyecto.

## Capítulo 2. INFORMACIÓN BÁSICA

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

### a. Información Secundaria

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

- 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.

- Información planimétrica de la zona de influencia

  Planos IGAC
  Planos DANE

- Información fotográfica de la zona de influencia

  Aerofotografías y fotos satelitales

- Información ambiental y paisajística existente desarrollada por entidades públicas o privadas.

- 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.

- Normas de accesibilidad al medio físico aplicables al proyecto.

- Estudios, diseños y planos correspondientes a la vía existente.

### b. Información Primaria

Se obtendrá mediante trabajo de campo la información primaria sobre los aspectos que aparecen a continuación.

En los casos así señalados, la obtención de información para este estudio se hará de manera coordinada y con base en los procesos de generación de información de los otros estudios de esta fase que se ocupan de los temas específicos, como son los estudios de tránsito, predial, ambiental.

- 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.

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

  Fichas prediales del proyecto.
  Información fotográfica

- En los casos en los cuales se requiera, se deben adelantar aforos de tránsito local en sentidos paralelo y transversal a la vía en zonas urbanas y rurales de alta densidad, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Con base en el Estudio de Tránsito.

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

- En los casos en los cuales se requiera, se deben adelantar encuestas Origen-Destino de desplazamientos locales en zonas urbanas y rurales de alta densidad, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Con base en el Estudio de Tránsito.

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

- Caracterización de todos los actores de movilidad en el corredor (peatones, bici-usuarios, transporte público, paraderos, ciclovia, 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 (definir y recomendar espacios de ciclovia). 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.

- 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.

**Capítulo 3. ANÁLISIS POR GENERAR**

Análisis de la dimensión espacial de las áreas de influencia de la infraestructura vial objeto de diseño.

- Área de Influencia Directa
- Área de Influencia Indirecta

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

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

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

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

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

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

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

## Capítulo 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

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

### a. Objetivos

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

Con base la alternativa de diseño geométrico seleccionada, el consultor mostrará 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.

### b. Identificación de Alternativas de Tratamiento

Se identificarán y caracterizarán alternativas de criterios de tratamiento para la obtención de los objetivos formulados. Cada alternativa identificada consistirá en una combinación específica de estándares de servicio y de soluciones técnicas para alcanzar esos estándares, con su correspondiente estimación del nivel de costos que involucra para el proyecto. Las alternativas podrán incluir un esquema de temporalidad en la implementación de las soluciones.

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

### c. Aspectos Funcionales y de Ordenamiento Territorial

- Tratamiento del tránsito local paralelo a la vía
- Tratamiento del tránsito local transversal a la vía.
- Manejo del tránsito peatonal y vehicular no motorizado paralelo y transversal a la vía.
- Manejo de intersecciones con vías locales.

- Manejo de accesos a predios con diferentes categorías de uso y de complejidad funcional, carriles de aceleración / desaceleración.
- Tratamiento del espacio público generado por la vía, incluyendo tanto el derecho de vía como las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión definidas por la Ley 1228 de 2008.
- Amueblamiento del espacio público generado por la vía

**d. Aspectos Paisajísticos**

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

**e. Evaluación de Alternativas de Tratamiento**

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

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

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

- Ley 1228 de 2008 (Julio 16) “Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones”.
- Decreto 3600 de 2007 (septiembre 20) “Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones”.
- Decreto 4066 de 2008 (octubre 24) “Por el cual se modifican los artículos 1°, 9°, 10, 11, 14, 17,18 y 19 del Decreto 3600 de 2007 y se dictan otras disposiciones”.
- Decreto 2976 de 2010 (agosto 6) “Por el cual se reglamenta el parágrafo 3° del artículo 1° de la Ley 1228 de 2008, y se dictan otras disposiciones”.

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

## Capítulo 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR

Se diferenciará claramente entre las siguientes situaciones:

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

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

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

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

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

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

    - Las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión o zonas de reserva definidas en la Ley 1228 de 2008.
    - Criterios para el diseño geométrico y paisajístico de la franja de aislamiento y la calzada de desaceleración establecidos en los decretos 3600 de 2007 y 4066 de 2008.
    - Criterios para la implantación en los linderos con las zonas de reserva de la vía del tratamiento paisajístico establecido en el artículo 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 el diseño de las soluciones se especificarán elementos tales como:

- Vías de servicio
- Carriles de aceleración y desaceleración
- Diseños tipo para accesos y salidas de predios, según categorías de uso, complejidad funcional, intensidad de tránsito.
- Andenes / alamedas para tránsito peatonal
- Ciclo rutas
- Señalización y demarcación
- Soluciones para intersecciones con vías locales
- Cruces peatonales / bicicleta
- A nivel
- A diferente nivel
- Componentes del diseño paisajístico
- Identificación y caracterización de las especies que serán implantadas como parte del diseño paisajístico.
- Plan de implantación de las especies vegetales.
- Amoblamiento del espacio público generado por la vía

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

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

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

## Capitulo 6. ANÁLISIS DE IMPACTOS URBANÍSTICOS - PAISAJÍSTICOS EN EL ENTORNO DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE ESTOS

### a. 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.

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; esto produce 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.

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 parqueo.

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.

**b. ANÁLISIS DE IMPACTOS PAISAJÍSTICOS EN EL ENTORNO DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE ESTOS.**

El Consultor debe identificar los impactos que se pueden producir en el paisaje a causa de la

implementación del proyecto.

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:

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.

Respecto a los impactos 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 esta 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, por ejemplo, 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. Éste 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.

### c. 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 (contratista, entes territoriales, etc.). Estas medidas se implementarán finalmente dentro del estudio, produciendo así un insumo fiable y adecuado para el desarrollo del proyecto definitivo del área de urbanismo y paisajismo.

## Capítulo 7. 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.

## Capitulo 8. ANEXOS

Anexo al volumen de entrega, se deben anexar los siguiente:

- 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 Invias, como por cualquier otra persona que se encuentre interesada en acceder a dicha información.
- Planos de Diseño del proyecto urbano-paisajístico.
- Planos de detalle correspondientes al proyecto.
- Planos de memoria de las cantidades de obra de los ítems correspondientes a la especialidad.
- Cuadros de cantidades de obra identificadas.

- **VOLUMEN X. COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL**

En este documento se presentan los desarrollos y contenidos correspondientes al Análisis para Proyectos de construcción de carreteras. Estos lineamientos, tienen un carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y otras particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar. Se incluye lo referente a la metodología general para la presentación de Estudios Ambientales, expedida por la Autoridad Ambiental.

De acuerdo con la legislación ambiental aplicable, el Decreto No. 2041 de 2014 o aquellos que los sustituyan, y sus reglamentarios, el Contratista deberá revisar y analizar el alcance de las labores contratadas, con el objeto de tener claridad si el proyecto a estudiarse y/o ejecutarse se hace bajo los lineamiento generales del PAGA y/o requiere licenciamiento ambiental y/o requiere Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA.

El Volumen final del Componente Ambiental y Social, se desarrollará teniendo en cuenta lo estipulado en el **Apéndice D – Ambiental y Apéndice E Gestión Social**, documentos que hacen parte integral del presente proceso de contratación.

- **VOLUMEN X. ESTUDIO GESTION PREDIAL**

El Volumen final del Estudio de Gestión Predial, se elaborará teniendo en cuenta lo estipulado en el **Apéndice F Gestión Predial**, documento que hace parte integral del presente proceso de contratación.

- **VOLUMEN XII. ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD**

El Volumen final del Estudio de Sostenibilidad, se desarrollará teniendo en cuenta lo estipulado en el **Apéndice G – Gestión de Sostenibilidad**, documento que hace parte integral del presente proceso de contratación.

- **VOLUMEN XIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRAS, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS NO PREVISTOS Y PRESUPUESTOS.**

El informe final para la elaboración de los Estudios de cantidades de obras, análisis de precios unitarios No previstos y presupuesto debe contener los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. CANTIDADES DE OBRA
CAPÍTULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN
Capitulo 3.1. Especificaciones Generales
Capitulo 3.1. Especificaciones Particulares
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CAPITULO 5. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION
Capitulo 5.1. Especificaciones Generales
Capitulo 5.2. Especificaciones Particulares
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CAPÍTULO 7. PRESUPUESTO
Capitulo 7.1. Cálculo del A.I.U.
CAPÍTULO 8. PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN, CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS, DE MATERIALES Y DE INVERSIÓN.
Capitulo 8.1. Definiciones
Capitulo 8.2. Requisitos para la Programación
CAPÍTULO 9. PRODUCTOS ENTREGABLES
CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

**a. OBJETIVO**

Proporcionar la información de ingeniería necesaria que permita una estimación más aproximada del costo de ejecución del proyecto, tomando como base el cálculo más exacto de unas cantidades de obra, estableciendo las Condiciones Técnicas para el desarrollo de los trabajos así como el Programa de construcción, Cronograma de trabajo y de inversión.

**b. ALCANCES**

Para lograr el objetivo propuesto, el Consultor dentro de este estudio específico debe desarrollar los siguientes temas basado en los estudios, planos y diseños 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.
- Calcular las cantidades de Obra, sobre todo en lo relacionado con movimientos de tierra, requerimientos de materiales y las que resulten del dimensionamiento de estructuras.
- Establecer las Especificaciones de Construcción generales y particulares aplicables a la obra.
- Desarrollar el Análisis de Precios Unitarios
- Calcular el A.I.U.
- Desarrollar el Presupuesto oficial para la obra
- Elaborar el Programa de Construcción

## Capítulo 2. 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 km, separando cada obra de drenaje u obra especial si los hay. Esta valoración debe hacerse teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción vigentes del INVIAS.

Estos valores se presentan en el formato “LISTA DE CANTIDADES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS Y VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO, en el cual debe incluirse el número y la descripción del ÍTEM de PAGO, el número de la especificación que corresponda y sea coincidente con el que figura en las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS o las Particulares definidas por el estudio, las cuales serán agrupadas por capítulos y ordenadas por ítems.

Finalmente el Consultor presentará una Memoria de Cálculo con detalle del sistema y procesos aplicados

## Capítulo 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

### Capitulo 3.1. Especificaciones Generales

Se tendrá en cuenta todo lo estipulado en las “Especificaciones Generales de Construcción”, vigentes del INVIAS, siguiendo su estructura de capítulos y subcapítulos.

### Capitulo 3.1. Especificaciones Particulares

3.1.1. Generalidades

Cuando las características del proyecto lo requieran podrán existir Especificaciones Particulares de Construcción, correspondientes a trabajos no cubiertos por las Especificaciones Generales, las cuales complementan, sustituyen o modifican las Especificaciones Generales.

El Consultor elaborará dichas Especificaciones Particulares, teniendo en cuenta las condiciones propias del proyecto y de la zona donde se van a ejecutar los trabajos y cuando estos no tienen en su desarrollo total cubrimiento por las Especificaciones y Normas Generales y/o cuando las características especiales de construcción requieran su modificación. Estas deben estar documentadas y con la especificación y análisis detallado justificando la modificación.

Estas Especificaciones Particulares prevalecen sobre las Generales. En la columna correspondiente debe figurar el número de la especialización precedida de una P que modifica parcial o totalmente la Especificación General.

3.1.2. Estructura

La estructuración de las Especificaciones Particulares debe contener:

- **Descripción:** Relacionando el conjunto de operaciones por realizar y sus límites.
- **Clasificación:** Algunos trabajos pueden ser clasificados, ya sea por sectores, por características del trabajo o por características de los materiales, o condiciones especiales de la zona donde se desarrollan
- **Materiales:** Se indicarán los diferentes materiales y las características, calidades y ensayos que deben cumplir.
- Equipo: Relación del equipo mínimo y adecuado para ejecutar la actividad especial o particular.
- **Procedimiento de construcción:** Descripción de un procedimiento apropiado en concordancia con una secuencia. Algunas veces no se incorpora esta información por considerar que el constructor conoce las prácticas correspondientes de construcción.
- **Control y tolerancia:** Valores admisibles para aceptación de una labor en cuanto a espesores, cotas, pendientes, etc.
- **Medida:** Determinación de la unidad de medida y la forma de su cuantificación y aproximación
- **Pago:** Diferentes aspectos cuyo costo se debe tener en cuenta en la elaboración del precio unitario de acuerdo a la labor realizada
- **Ítem de pago:** Descripción del tipo de obra a ejecutar según la unidad de medida especificada.

Cuando la Especificación Particular modifique la Especificación General, el texto de la especificación particular debe corresponder al numeral complementado o modificado.

## Capítulo 4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para estimar lo Precios Unitarios No previstos el Consultor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las condiciones de ejecución de acuerdo a los ítems de pago de las Especificaciones Generales de Construcción establecidas por INVIAS 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 dimensionamiento 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.
- No se permitirá el uso de precios referenciales o usar el promedio de precio de otros proyectos de características similares.

## Capítulo 5. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

### Capitulo 5.1. Especificaciones Generales

Se tendrá en cuenta todo lo estipulado en las “Especificaciones Generales de Construcción”, vigentes del INVIAS, siguiendo su estructura de capítulos y subcapítulos

### Capitulo 5.2. Especificaciones Particulares

#### a. Generalidades

Cuando las características del proyecto lo requieran podrán existir Especificaciones Particulares de Construcción, correspondientes a trabajos no cubiertos por las Especificaciones Generales, las cuales complementan, sustituyen o modifican las Especificaciones Generales.

El Consultor elaborará las Especificaciones Particulares cuando las características especiales de construcción del proyecto así lo requieran, teniendo en cuenta las condiciones de la zona donde se van a ejecutar los trabajos y cuando estas no tienen total cubrimiento por las Especificaciones Generales de Construcción. Se deberá justificar la modificación.

Las Especificaciones Particulares se identificarán con el número del ítem la Especificación General de la cual se derivan seguido de la letra P que modifica parcial o totalmente la Especificación General.

**b. Estructura**

La estructuración de las Especificaciones Particulares debe contener:

- Descripción: Relacionando el conjunto de operaciones por realizar y sus límites.
- Clasificación: Algunos trabajos pueden ser clasificados, ya sea por sectores, por características del trabajo o por características de los materiales, o condiciones especiales de la zona donde se desarrollan
- Materiales: Se indicarán los diferentes materiales y las características, calidades y ensayos que deben cumplir.
- Equipo: Relación del equipo mínimo y adecuado para ejecutar la actividad especial o particular.
- Procedimiento de construcción: Descripción de un procedimiento apropiado en concordancia con una secuencia. Algunas veces no se incorpora esta información por considerar que el constructor conoce las prácticas correspondientes de construcción.
- Control y tolerancia: Valores admisibles para aceptación de una labor en cuanto a espesores, cotas, pendientes, etc.
- Medida: Determinación de la unidad de medida y la forma de su cuantificación y aproximación
- Pago: Diferentes aspectos cuyo costo se debe tener en cuenta en la elaboración del precio unitario de acuerdo a la labor realizada
- Ítem de pago: Descripción del tipo de obra a ejecutar según la unidad de medida especificada.

Cuando la Especificación Particular modifique la Especificación General, el texto de la especificación particular debe corresponder al numeral complementado o modificado.

## Capítulo 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para elaborar los Análisis de Precios Unitarios No previstos el Consultor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las condiciones de ejecución de acuerdo a los ítems de pago de las Especificaciones Generales y Particulares de Construcción del INVIAS vigentes.
- Las condiciones de la región en cuanto al acceso, recursos, insumos, combustibles, disponibilidad de mano de obra, materiales de construcción, equipos y 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.
- La unidad de medida para pago deberá estar de acuerdo con la especificación correspondiente y en cada análisis se debe incluir una Nota que diga según apartado “medida de pago” de cada especificación.

- Las tarifas horarias de los equipos deberán ser analizadas teniendo en cuenta los costos de propiedad y de operación, incluyendo los costos por manejo (operador y ayudante).
- 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.)
- Los precios de los materiales para concretos (cemento, hierro, agregados, etc.), deben corresponder a valores en el sitio de colocación incluyendo los costos de transporte.
- Solamente habrá pago por separado para transporte de materiales provenientes de excavación de cortes, préstamos y remoción de derrumbes.
- Para la determinación de los Precios Unitarios de m3 de los materiales para la estructura de pavimento como sub-base, base y mezcla asfáltica, 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.
- En la mano de obra se deben considerar los jornales de las cuadrillas de obreros y de personal especializado teniendo en cuenta el jornal básico o el vigente en la región, afectado del porcentaje de prestaciones sociales de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- Los rendimientos establecidos para equipos y personal deberán ser el resultado de un estudio cuidadoso de las condiciones del proyecto.
- Tanto la calidad, como la dosificación de los materiales deberán corresponder a las exigencias de las Especificaciones establecidas (Generales y Particulares) vigentes.
- Se debe incluir un anexo que contenga: Relación de materiales por emplear en el proyecto con el cálculo de los consumos. Se debe incluir las cotizaciones que se emplearon en la elaboración de los análisis.
- Análisis de las tarifas horarias y estudio de rendimientos y ciclos del equipo que se empleará.
- Análisis de cuadrillas, rendimientos y cálculo del factor prestacional.
- No se debe permitir el uso de precios referenciales o usar el promedio de precio de otros proyectos.

## Capítulo 7. 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. calculado para el proyecto, como se indica a continuación.

### Capitulo 7.1. Cálculo del A.I.U.

El Consultor presentará unos análisis de los costos de administración, imprevistos y utilidad; con base en un experimentado ingeniero de construcción y establecerá estos costos indirectos que deben tener en cuenta las condiciones de la zona, la localización de la obra con respecto a los centros de producción y abastecimiento y la organización misma de los trabajos.

Estos costos se presentarán discriminando los gastos administrativos generales de la empresa, todos los demás costos indirectos y un estimativo de acuerdo con el tipo de proyecto de unos imprevistos y la utilidad esperada.

Para el logro de éste propósito:

- Se definirá la estructura administrativa que requerirá el constructor del proyecto.
- La calidad de las instalaciones requeridas para la obra.
- El monto de las pólizas de seguros contractuales y no contractuales.
- Se debe considerar, de acuerdo con un planteamiento de Flujo de Fondos los Costos Financieros.
- Se debe considerar la valoración de impuestos según las normas impositivas de acuerdo con la categoría de la empresa que requiere el proyecto y el valor de la utilidad esperada.
- Se debe presentar un análisis del valor de los imprevistos del Constructor, (según nivel de estudios, complejidad del proyecto, conocimiento de la región y su gente, rigor climatológico, etc.).
- La estimación de la utilidad debe corresponder a la utilidad promedio de las empresas constructoras, calculada a partir de los Estados Financieros que se consultan en la Superintendencia de Sociedades o en balances presentados en Cámaras de Comercio.

Para el cálculo del AIU se usará un proceso interactivo donde inicialmente se llegará a un valor porcentual de la administración con respecto a los Costos Directos (Valor Básico del Presupuesto) para luego sumarle los valores porcentuales de los imprevistos y la utilidad.

## Capítulo 8. PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN, CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS, DE MATERIALES Y DE INVERSIÓN

El consultor elaborará un Programa de Trabajo e Inversión de acuerdo con una secuencia lógica y armónica en el desarrollo de cada una de las actividades de la obra agrupada en grandes partidas de pago, planteando la ejecución de la obras en un plazo técnica y económicamente adecuado. Asimismo, recomendará el número de frentes de trabajo y el ritmo requerido de construcción. El programa de trabajo e inversión se presentará en el formato diseñado por el INVIAS.

El consultor deberá formular además un Cronograma de Ejecución Detallado de obra, integrando volúmenes de ejecución y tiempos asociados, esto de acuerdo con los Rendimientos planteados en los análisis de Precios Unitarios y cuyo análisis considerará las restricciones que pueda existir para el normal desenvolvimiento de las obras, tales como lluvias o condiciones climáticas adversas, dificultad de acceso a ciertas áreas, etc.

El cronograma se elaborará, identificando las actividades o partidas que se hallen en la ruta crítica del proyecto. Se presentará también un diagrama de barras para cada una de las tareas y etapas del proyecto. El consultor deberá dejar claramente establecido, que el Cronograma es aplicable particularmente para las características del proyecto y condiciones de la región. Asimismo presentará un Cronograma de Utilización de Equipos y Materiales.

Se elaborará un cronograma o calendario de desembolsos, teniendo en cuenta el adelanto o anticipo que se otorga al inicio de las obras y las fechas probables para que la Entidad efectúe los pagos.

En la programación se tendrá en cuenta las actividades preliminares y organizativas del contrato en obra como instalación de campamentos, transporte de equipos, montaje y puesta en marcha Plantas de Triturados y Mezclas de Concreto Hidráulicos y de Concreto Asfáltico.

**Capitulo 8.1. Definiciones**

**Actividad:** Es el conjunto de operaciones o tareas que es necesario hacer para llevar a cabo la realización del proyecto.
**Actividad Crítica:** Es una actividad que presenta holgura total igual a cero.
**Actividad que Precede:** Es aquella que debe estar terminada inmediatamente antes de la actividad que se está realizando.
**Actividad que Sucede:** Es aquella que puede iniciarse inmediatamente después de la actividad que se está realizando.
**Actividad Simultánea:** Es la actividad que puede desarrollarse al mismo tiempo de la actividad que está en proceso.
**Actividades Administrativas:** A este grupo pertenecen todas y cada una de las actividades involucradas en la planeación, organización, dirección, coordinación y control del proyecto.
**Capítulo:** Es el compendio de actividades a desarrollar en un proyecto, que tienen naturaleza similar o son parte de objetivo parcial común.
**Curvas de Costo Tiempo:** Es la presentación gráfica detallada del costo y el tiempo de las actividades obtenidas a partir de un presupuesto, realizada para un proyecto específico.
**Duración Fija:** Es el tiempo mínimo de duración de una actividad, cuando su ejecución depende de factores externos.
**Duración Dependiente:** Es el tiempo de duración de las actividades que pueden realizarse con los recursos propios del proyecto.
**Evento:** Es el principio o fin de una o varias actividades; no consume tiempo, no consume recursos, solo es un punto de control.
**Evento Clave o Hito:** Es un punto determinado de control de la programación, el cual resume el seguimiento a un grupo de actividades o capítulos. Este punto de control no tiene duración ni utiliza recursos.
**Fluctuación – Holgura:** Cantidad de tiempo que se puede demorar el inicio o terminación de una actividad

sin que se retrase la terminación del proyecto.
**Holgura Libre:** Es el margen de tiempo que tiene una actividad para atrasarse en su iniciación o terminación sin que ello afecte el inicio de la actividad que sigue.
**Holgura Total:** Es el margen de tiempo que tiene una actividad de posponer su inicio o terminación sin afectar el tiempo final de ejecución de todo el proyecto.
**Línea de Base:** Es el programa inicial del proyecto, sobre el cual se efectúa el control de avance del mismo.
**Metas de Gestión Financiera:** Se refiere al cumplimiento de los objetivos de la ejecución financiera del contrato con base en el plan de inversiones.
**Método de la Ruta Crítica:** Es un método de programación y control de proyectos que permite definir la ruta crítica de un proyecto. Está basado en actividades; es determinístico y está orientado a quien lo ejecuta.
**Planeación:** Es la etapa de inicio del proyecto en la cual se determina qué se va a realizar y cómo se va a hacer, estableciendo objetivos claros y precisos.
**Proyecto:** Es el conjunto articulado de actividades orientadas a alcanzar uno o varios objetivos, siguiendo una metodología definida, para lo cual precisa de diferentes tipos de recursos cuya ejecución en el tiempo responde a un cronograma con una duración limitada. El proyecto puede incluir la ejecución de uno o varios contratos.
**Recursos:** Son los elementos que se utilizan para la ejecución de las diferentes actividades que intervienen en la realización de un proyecto.
**Recursos Financieros:** Dinero que se emplea para la realización de un proyecto.
**Recursos Humanos:** Personas profesionales, técnicos, empleados y obreros que intervienen en la ejecución de las actividades.
**Recursos Materiales o Físicos:** Materia prima y equipo que se emplea en la ejecución de las actividades.
**Recursos Tecnológicos:** Elementos de Software y hardware, entre otros, utilizados en la realización de las actividades.
**Recurso Tiempo:** Margen de fechas disponible para la ejecución de un proyecto.
**Ruta Crítica:** Se define como la ruta de ejecución del proyecto conformada por las actividades críticas.
**Secuencia:** Indica el orden o prelación de una actividad en relación con las demás.
**Valor Ganado:** Metodología de control de proyectos que identifica índices de avance del proyecto en tiempo (adelanto-atraso), así como también índices de avance del proyecto en inversión (ahorros o sobre-costos). Se basa en la comparación, en primera instancia, de las cantidades de obra inicialmente programadas contra las cantidades de obra ejecutadas a través del tiempo. En segunda instancia, se comparan los precios unitarios inicialmente ofertados contra los precios unitarios pagados, durante la ejecución de las actividades.

## Capitulo 8.2. Requisitos para la Programación

Para la realización de las labores de programación y control de proyectos, se debe presentar para aprobación del Interventor, la metodología a seguir en la ejecución de las actividades propias del proyecto, con la cual se definan los requerimientos de recursos.

1.2.1. Programación

Para realizar la programación se deben tener en cuenta como mínimo los aspectos relacionados a continuación.

- Definición de las Actividades: Se determinarán las actividades del proyecto. Las actividades deben ser concretas, deben tener un propósito único, una duración específica y sus estimativos de tiempo y costo deberán poder calcularse con facilidad.

- Estructura de Distribución del Trabajo: Para la organización de las actividades, se debe emplear la metodología de la estructura de distribución del trabajo (EDT) siguiendo para ello los siguientes pasos:

  Paso 1: Dividir el proyecto en sus objetivos principales, de manera tal que el proyecto quede claramente definido por ellos.
  Paso 2: Fragmentar cada objetivo en las actividades que es necesario llevar a cabo para alcanzarlo.
  Paso 3: En el caso de actividades que carezcan de una o más características, se deberán dividir o agrupar hasta que tengan características definidas.
  Paso 4: Elaborar una lista de todas las actividades, indicando la descripción de cada actividad y sus características.

### 1.2.2. Secuencia de Ejecución de las Actividades

Una vez realizada la lista de actividades, se procederá a determinar las relaciones de precedencia o la secuencia de ejecución entre ellas. En este proceso se deben definir las actividades predecesoras, las actividades simultáneas y las actividades sucesoras, para lograr el objetivo propuesto.

La secuencia de actividades se debe presentar en un formato que contenga como mínimo el código, descripción o nombre de la actividad, unidad en la que se mide la actividad, cantidad a ejecutar, actividad que precede y actividad que sucede.

### 1.2.3. Determinación de los Tiempos de Ejecución de las Actividades

Una vez determinadas las actividades y la secuencia de ejecución, se calcular las duraciones de cada una de éstas, teniendo en cuenta los recursos propuestos, las cantidades y los rendimientos. En este proceso es importante tener presente las demoras que pueda tener cada una de las actividades a realizar.

En términos generales, la duración de cada actividad se debe estimar con base en los recursos requeridos para el proyecto. Se considerará la dependencia entre actividades y los eventos que condicionan la duración de éstas.

Se deben contemplar los tiempos mínimos definidos para la realización del proceso por parte de las

Entidades o personas relacionadas con dicha actividad en caso de tener duraciones fijas. Se presentarán para aprobación del INVIAS, los tiempos definidos en las duraciones fijas así como su justificación.

La programación del proyecto deberá presentar holgura total igual a cero, y la duración total estará acorde con el plazo contractual.

1.2.4. Presentación de Actividades y Distribución de Recursos

Se debe presentar un cuadro con cada una de las actividades que componen el proyecto con su número de ítem respectivo, unidad de medida, cantidad a ejecutar, duración, holgura libre, actividades precedentes y actividades sucesoras, costo inicial y recursos para desarrollarla.

Las actividades que presenten holguras libres, se deberán ajustar dentro de su margen de fluctuación, de modo que la demanda periódica de los recursos sea la más conveniente para el INVIAS.

Se elaborará una programación y nivelación de recursos, de tal forma que su utilización sea la óptima a lo largo del proyecto, evitando en todo momento tener iniciaciones adelantadas o terminaciones tardías.

1.2.5. Determinación de Capítulos o Ítems de Grandes Pagos

Se deben definir los ítems de grandes pagos o capítulos que forman parte del proyecto. Cada capítulo debe tener el recurso financiero asignado para su ejecución en el tiempo definido para el proyecto, así como la duración del mismo y la relación de actividades que lo componen. Se deberá presentar un cuadro que contenga como mínimo los capítulos, su duración y su costo inicial.

1.2.6. Determinación de la Ruta Crítica del Proyecto

Se deberá definir la ruta crítica del proyecto (secuencia de actividades con holgura libre cero) del proyecto que permita establecer el tiempo de ejecución real del mismo. Se deben tener en cuenta los factores limitantes propios del proyecto o externos al mismo, que afecten su ejecución. Se considerarán los recursos asignados a las diferentes actividades así como las duraciones fijas y dependientes de recursos.

1.2.7. Diagrama de Barras o Diagrama de Gantt

Se debe presentar para aprobación del INVIAS el diagrama de barras o Gantt que permita visualizar con claridad, la secuencia de ejecución de las actividades del proyecto. La ruta crítica estará identificada por flechas y las actividades críticas se presentarán en diferente color a las actividades no-críticas. Se deberán identificar de igual forma los eventos o puntos de control de la programación.

1.2.8. Flujo de Inversión

En el flujo de inversión del proyecto se debe presentar la distribución de los recursos financieros en el

tiempo para cada uno de los capítulos o ítems de grandes partidas, definidos previamente.

1.2.9. Presentación de la Programación

Los documentos a ser entregados y aprobados por el INVIAS, son los definidos a continuación:

- Metodología detallada de la labores a realizar.
- Formato de actividades, de acuerdo a lo estipulado en el numeral 7.2.3.
- Formato de capítulos, de acuerdo a lo estipulado en el numeral 7.2.4.
- Cuadro de recursos para el proyecto.
- Cuadro de recursos por actividad.
- Cuadro de inversión por capítulo.
- Diagrama de barras o Gantt con la ruta crítica definida.
- Flujo de inversión.

1.2.10. Línea Base para el Control del Proyecto

El programa del desarrollo de los trabajos aprobados por el INVIAS es la Línea -Base sobre la cual se efectuará el seguimiento y control del avance del proyecto, durante su ejecución. La Línea Base no se podrá alterar o modificar, salvo ocasiones especiales la Empresa autorice cuando existan las justificaciones del caso, modificaciones y/o adiciones.

## Capítulo 9. PRODUCTOS ENTREGABLES

El consultor deberá entregar como productos resultantes de los estudios y diseños para este volumen un presupuesto para licitación, 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 y equipos y cotizaciones) en los formatos dispuestos por el INVIAS en su sistema de calidad.

El Consultor deberá entregar como producto la programación de obra inicial, línea de base, en medio físico y en medio magnético utilizando uno de los software del mercado como Project, Primavera o similar adjuntando el cuadro de recursos y asignación de los mismos, diagrama de Gantt con ruta crítica y el análisis de tiempos de acuerdo a los rendimientos calculados para los recursos.

Se recomienda que la diferencia entre el presupuesto oficial para licitación calculado por el Consultor y el presupuesto ofertado no difiera del 15% por debajo.

El consultor deberá de igual manera presentar un presupuesto detallado para la contratación de la Interventoría de la obra a contratar.

## Capítulo 10. 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 XIV. ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO.**

El Informe Final de los Estudios Socioeconómicos y Evaluación Económica realizados para carreteras debe considerar los siguientes capítulos, a saber:

Capítulo 1. OBJETIVOS Y ALCANCES
Capítulo 2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO
Capítulo 3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN
Capítulo 4. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN
Capítulo 5. DETERMINACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO
Capítulo 6. INDICADORES ECONOMICOS
Capítulo 7. COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS
Capítulo 8. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA
Capítulo 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**Capítulo 1. OBJETIVOS Y ALCANCES**

**a. Objetivos**

El Estudio Socioeconómico, además de precisar la localización del proyecto, deberá caracterizar la región en sus aspectos demográficos, sociales, económicos, dotación de infraestructura, usos del suelo, producción y en especial las condiciones de vida de sus pobladores según corresponda a uno u otro municipio y a uno u otro departamento, y con la información correspondiente a los Estudios Técnicos: de Tránsito, Análisis de Precios Unitarios No previstos y Cálculo de Presupuesto, entre otros, realizará la Evaluación Económica pertinente.

Con respecto a la Evaluación Económica, el objetivo será realizar el análisis y comparación en términos de valor económico actualizado, de los costos y beneficios sociales (Deteniéndose de manera amplia y suficiente en el aporte social del proyecto para el área de afectación directa e indirecta.) de dos o más alternativas de mejoramiento funcional y estructural que propugnen por dar solución al problema o dificultad identificado y reconocido a través de los estudios técnicos elaborados. Tales deficiencias en la prestación del servicio o carencia en el suministro de la infraestructura vial requerida para la comunicación y el transporte deberán expresarse según su naturaleza y circunstancia.

Como resultado del proceso de evaluación, el Consultor expresará juicio sobre la bondad o conveniencia de asignar recursos para el sector, según las diferentes alternativas diseñadas con tal propósito, como requisito

indispensable para obtener beneficios económicos identificados y diferenciados en cada una de ellas. Tal expresión de juicio, deberá estar soportado en los indicadores generalmente aceptados y correspondientes a la metodología definida para el cumplimiento del objetivo del estudio.

**b. Alcances**

El estudio profundizará en la caracterización de la región, de aquellos municipios que entren en la zona de influencia del proyecto y de los departamentos a los cuales pertenecen. La caracterización deberá incluir los vínculos existentes entre las políticas, planes y proyectos nacionales y departamentales actualizados con el objeto y alcance principal del proyecto.

El propósito de ésta caracterización es resaltar las condiciones de la población que habita en la región donde esta o estará ubicado el proyecto, dando oportunidad a la generación de indicadores que puedan ser utilizados, por ejemplo en la definición de las tasas de crecimiento del TPD, o en el establecimiento de beneficios exógenos por cumplimiento de mejoramientos en el bienestar de la población aledaña.

Como condición insoslayable para el cumplimiento del Objetivo, el Consultor deberá identificar todos los costos y beneficios posibles atribuibles al proyecto con la precisión que lo permita el nivel del estudio realizado. Para ello, deberá armonizar información pertinente con cada una de las áreas complementarias del estudio, a fin de facilitar el reconocimiento de las diferencias que se proyectan respecto a la situación Sin y Con proyecto, para cada alternativa considerada.

**Capítulo 2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

La definición del problema deberá marcar una estrecha relación con las actividades de ingeniería que participan en la generalidad del estudio; es decir, que tales exposiciones deberán estar asociadas a los aspectos puntuales y particulares de las áreas de la ingeniería y de las dificultades mismas que éstas atenderán mediante el ofrecimiento de soluciones y recomendaciones especificas, sin acometer en igualdades entre problemas y soluciones. El "*Problema*" se deberá expresar mediante tres variables, a saber:

- Manifestaciones: Cómo se revela el problema.
- Causas: Orígenes y fuerzas que lo crean.
- Consecuencias: Si no se resuelve que pasa.

Aspecto importante que debe tratarse son los efectos observables en estudios previos que generan una relación entre el problema o deficiencia y los objetivos generales y específicos de la entidad Contratante que manifiesta interés por brindar una posible solución. Al llevar a cabo este análisis, es importante considerar los efectos actuales, aquellos que existen en el momento presente y que pueden ser observados, como los que pudiesen acaecer en el futuro inmediato. Mediante el ordenamiento de las causas y efectos seleccionados de acuerdo a su relación con el posible problema, se podrán reconocer efectos directos o

consecuencias inmediatas y efectos indirectos o de futuro de mediano plazo.

Si bien las características y circunstancias de los proyectos en lo funcional y/o estructural difieren por razones de los niveles de deformaciones superficiales que conllevan a la conceptualización rápida de soluciones, es importante para su justificación y comprensión de las soluciones propuestas, el levantamiento de información técnica respecto al tipo de daño, gravedad y extensión del mismo que se encuentran, permitiendo con ello la expresión de las manifestaciones del problema, las posibles causas y las consecuencias que puedan sucederse por la no acción pronta de la intervención. Por lo anterior, es preciso que el Consultor realice oportunamente la auscultación de la vía y determine los daños para cada segmento homogéneo que haya definido como segmentación apropiada para el análisis, facilitando con ello la información indispensable para el proceso de evaluación técnico económica del proyecto.

Un último aspecto que puede y debe tratarse aquí, es la identificación del nivel de usuarios de la infraestructura que se pretende mejorar y su relación histórica con la misma, así como las implicaciones con respecto de aquellos que se generen por la implementación del proyecto; pudiendo desde luego ampliarse el análisis en otro aparte, en común y estrecha relación con el especialista o con el informe del estudio apropiado y que conforma la condición de unificación entre los estudios previos y los actuales.

## Capítulo 3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Aquí el Consultor presentará la metodología de evaluación 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.

### a. Análisis costo beneficio

En la generalidad de los casos, los estudios que tienen por objeto la Construcción y pavimentación de nuevas vías, así como el Mejoramiento de vías en cuanto a cambios de especificaciones, como la pavimentación de vías existentes pero con superficie en afirmado, o cambios en las dimensiones, como la construcción de segunda calzada, y la Rehabilitación de vías que tienen por objeto específico la reconstrucción o recuperación de las condiciones iniciales, dada la posibilidad de identificar en ellos costos y beneficios, deberá adelantarse la Evaluación Económica mediante la aplicación de la Metodología Análisis Costo Beneficio (ACB), utilizando para ello el Modelo de Evaluación Técnico – Económica denominado HDM en su versión 4. Herramienta de evaluación que permite la generación de informes como los relacionados con los Costos de Operación Vehicular, Costos de Mantenimiento, la Comparación Económica de Alternativas, Análisis de Costo Beneficio, Flujo de Costos Anuales de la Administración y del Usuario, Beneficios Netos Anuales entre otros, para cada alternativa.

Para todos los efectos de realizar los Estudios de Evaluación, el consultor reunirá la información pertinente a las condiciones existente de la vía actual y del proyecto propuesto, de forma que permita digitar información pertinente en el Modelo HDM - 4. De forma general, a continuación se indica la información que debe ser recaudada:

- **Segmentos homogéneos dinámicos:** Por volumen de Tránsito, Subrasante, Tipo de pavimento, Estado o condición de éste último y cualquier otro aspecto que amerite su incorporación. Sin embargo, es significativo considerar los diferentes niveles de tránsito que se presentan en el corredor actual y la información histórica de volúmenes de tránsito que aplique para cada segmento homogéneo que se determine.
- **Características geométricas:** Para cada segmento homogéneo representado y expresado, se deberá identificar con mayor precisión lo siguiente: Longitudes de segmento, Curvatura vertical (Subidas + bajadas) (m/Km.) y Curvatura horizontal (grados/ km.), Anchos de calzada y bermas. Número de carriles. Velocidad limite y altitud. Tipo de drenaje. (Situación Sin y Con proyecto)
- **Características estructurales:** Tipo de Compactación y Material de la superficie señalando el tipo de grava para cada una de ellas. Espesores de las capas, tipo de daños y áreas afectadas. (Situación Sin proyecto). Para la situación Con proyecto se requiere de los Números estructurales para cada segmento homogéneo, Valores de CBR, Espesores de cada una de las Capas.
- **Tipo de Daños:** Profundidad media de ahuellamiento, Valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), (Situación Sin proyecto). (Para las vías en afirmado se reunirán criterios de calificación según la expresión, previa identificación del tipo de daño encontrado y representativo de la condición).
- **Tránsito:** Volumen de TPD actual y futuro, composición y tasas de crecimiento para cada segmento homogéneo identificado. Identificación de Tránsito Atraído, Tránsito desviado, y Tránsito Generado. Identificación de la ocupación vehicular y en lo posible los motivos de viaje de las personas.
- **Costos:** En cuanto a los Costos del proyecto, estos deberán reunir los Costos de la Obra, la Interventoría, costos por compra de predios e indemnizaciones si las hubiere, Costos correspondientes a la gestión ambiental y a las obras de mitigación, así como lo relacionado con impuesto, utilidad y demás. Considerando el alcance de los estudios estos valores corresponderán a un estudio específico debidamente relacionado con características y particularidades del proyecto.

## Capítulo 4. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN

El diagnóstico que enmarque y soporte el documento, corresponderá a aquel que compendie el conjunto de disciplinas participantes en el análisis de la situación actual del proyecto, y proyección futurista de los elementos de la infraestructura requerida para soportar y equilibrar la demanda actual y futura de infraestructura para el desarrollo industrial, comercial y socio cultural de la regional y aledaño a la zona del proyecto.

Con miras a obtener un documento auto-sostenible, el Consultor deberá incluir dentro del informe, los antecedentes relacionados con el problema por solucionar, identificando el área geográfica y caracterizando la región a través de sus aspectos demográficos y socioeconómicos, además de un resumen de resultados

y conclusiones a que se llegue en el estudio de las áreas complementarias del estudio de ingeniería y necesarias para una completa evaluación económica.

Entre estos antecedentes, el Consultor deberá considerar los referidos a la población beneficiada con el proyecto, sus niveles de ingreso, calidad de vida, actividades productivas, usos de la tierra. Otro aspecto por tratar se refiere a los aspectos legales e institucionales dentro de los cuales se encuentra inserto el proyecto.

Con los antecedentes generales y los estudios de tráfico apropiados, se identificará la situación actual o sin proyecto. Se identificará, de manera clara el problema que se pretende solucionar o la necesidad insatisfecha, indicando y cuantificando todas las alternativas de solución, incluyendo dentro de ellas la no realización de acción alguna, enunciando las implicaciones que ello pueda generar.

## Capítulo 5. DETERMINACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO

El proyecto como fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos periodos deberán ser asociado con la ejecución del proyecto en particular y corresponden a la inversión misma de la obra, al costo causado por el ejercicio de la interventoría, a los costos de las obras de protección ambiental o mitigación de los efectos, indemnizaciones, adquisición de zonas, etc., así como también formaran parte de los costos todos aquellos beneficios actuales que se obtienen antes de implementar el proyecto y que posteriormente, con la materialización del proyecto se dejaran de percibir.

El ejercicio de identificar los costos y beneficios atribuibles al proyecto, medirlos y valorarlos con el fin de emitir un juicio sobre la conveniencia de realizar el proyecto, constituye de por sí la Evaluación del Proyecto. La determinación de los beneficios económicos radica, en primera instancia en la definición de la demanda de transporte como modo de asociar la actividad económica que genera un proyecto de esta índole, determinando el valor neto de los Costos de Operación Vehicular bajo condiciones Sin y Con proyecto, constituyéndose de esta manera en beneficios básicos de primer orden.

De igual manera los costos netos generados por los Tiempos de Viaje de las personas en cada alternativa, deben calcularse a partir del volumen de vehículos de pasajeros como de su correspondiente nivel de ocupación; identificando los motivos de viaje que permitan efectuar su justa valoración. Los costos netos por Tiempo de Viaje de las personas se constituyen como beneficio de segundo nivel para el proyecto, pudiendo ser o no considerado dentro del agregado de beneficios para la comparación con el total actualizado de costos.

Adicionalmente deberán calcularse los costos estimados evitables por concepto de mantenimiento vial con la implementación del proyecto.

En resumen los beneficios se definirán en función del efecto que ejercen en los objetivos fundamentales del proyecto; los costos se definirán en función del costo de oportunidad, es decir, en términos de beneficios a

los que se renuncia, de no utilizar los recursos en las mejores opciones disponibles. En consideración a ello, la evaluación que el Consultor debe realizar es la comparación de los beneficios frente a los costos que implica para la sociedad en su conjunto, de tal manera que pueda hacerse un pronunciamiento sobre la contribución que el proyecto hace al ingreso o crecimiento económico, y su distribución a través de su vida económica.

A partir entonces de los Precios de Mercado utilizados en la conformación del presupuesto, el Consultor calculará el Precio Económico del proyecto y del resto de componentes que intervienen en la estructuración del presupuesto, permitiendo así la definición de los beneficios e insumos del proyecto, tasados a precios económicos. Para ello deberá utilizarse las RPCs (Razones Precio Cuenta) que generalmente son calculados a nivel nacional; los correspondientes a los insumos, el de la divisa, el de la mano de obra calificada y no calificada y los costos de operación vehicular.

Al realizar el cálculo de los precios económicos para valorar los beneficios, los insumos y los eventuales efectos indirectos del proyecto, el Consultor cumplirá con el objeto de conocer el verdadero valor económico de los costos y sus beneficios netos medibles, de modo que la evaluación económica incorpora todos los efectos deseables y su incidencia sobre el bienestar de la sociedad en su conjunto.

El informe que de esta evaluación hará el Consultor, deberá ser presentado en tal forma que sea posible reconstruir los resultados obtenidos, requisito indispensable para su recibo, revisión y aprobación.

## Capítulo 6. INDICADORES ECONOMICOS

En lo que concierne al proyecto de construcción de una nueva vía que complementara la movilidad de un volumen de usuarios muy importante, y donde los costos y beneficios son posible de reconocimiento y cuantificación, los indicadores económicos que determinen la viabilidad económica serán aquellos que resulten apropiados y convenientes para la representatividad de los impactos que generen las inversiones requeridas.

Por consideración a las características del proyecto, una vez se hayan construidos los Flujos Económicos que permitirán la comparación de alternativas, será posible que el Consultor calcule los indicadores relacionados con el Valor Presente Neto (VPN) actualizado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Razón Beneficio Costo (R B/C) del proyecto.

La identificación de los Flujos Económicos netos corresponderá al flujo de la “situación base” o “situación sin proyecto” menos la “situación con proyecto” proyectada en cada uno de ellos. Existirán tantos Flujos Económicos netos como existan alternativas de solución propuestas.

La acumulación de los beneficios netos de cada año, descontados al año cero mediante el uso de una tasa Inter.-temporal del 12%, permitirán hallar el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), una Relación de Beneficios y Costos económicos (B/C) de cada alternativa y la determinación del momento

Óptimo de la realización del proyecto. De esta forma quedará señalada la conveniencia o inconveniencia de implementar la totalidad de las acciones de intervención propuestas, o la necesidad de implementar tal o cual acción y de postergar otras; acentuando y reconociendo los impactos positivos y negativos de unas y otras.

### a. Análisis de Sensibilidad

Es posible que los valores así calculados no correspondan a los valores reales; por ello, deben establecerse los efectos en el Valor Presente Neto (VPN) como producto de variaciones en los costos o beneficios esperados, y para ello, el Consultor modificará la magnitud de las variables más importantes, solas o en combinación, en un determinado porcentaje, identificando en qué proporción es sensible a tales cambios el VPN. Adicionalmente, deberá determinarse hasta dónde será necesario que se modifiquen los ítems más sensibles y/o representativos de costos y beneficios, para que el VPN sea igual a cero.

Otro de los análisis de sensibilidad deberá ser el de excluir, de los beneficios, los que puedan reportarse por ahorros en los tiempos de viaje de los pasajeros. Si el proyecto requiere de este beneficio para su sostenibilidad, entonces se determinará el costo mínimo necesario de la hora del viajero para que el proyecto sea rentable.

El cálculo de los indicadores de rentabilidad y el análisis de sensibilidad deberá efectuarse en términos de valor económico

## Capítulo 7. COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS

El proyecto de construcción de una nueva vía implica la síntesis de costos y beneficios que ocurrirán en distintos periodos. Sin embargo las dificultades para la identificarlos y relacionarlos directamente con el proyecto se manifiestan al momento de medirlos y valorarlos. Por ello es preciso que el Consultor documente todos aquellos costos y beneficios, pero que en razón a sus peculiaridades no puedan ser cuantificados. Esto último es muy importante en cuanto que son estas originalidades las que dependiendo de la magnitud de las mismas, las que determinaran la metodología de evaluación del proyecto de inversión pública.

A partir de ello todo costo y/o beneficio inherente al proyecto deberá describirse e incorporarse en la evaluación. Sin embargo, es posible la identificación de costos y beneficios de difícil cuantificación, los cuales deberán explicarse mediante el suministro de la información que demuestre su existencia y magnitud, a fin de tenerlos en cuenta al momento de la toma de la decisión sobre la realización o no sobre la continuación de los estudios del proyecto.

## Capítulo 8. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

El alcance de la evaluación económica guardará una relación directa con la precisión de los estudios de

ingeniería y análisis económicos. Considerando que los estudios para el Mejoramiento de la estructura del proyecto corresponden a un nivel equivalente a Fase III, la evaluación deberá realizarse igualmente con la precisión que lo permitan los estudios de ingeniería en cuanto a la determinación de costos y beneficios, propios de un nivel de factibilidad. Sin embargo el uso de supuestos que se incorporen deberá estar fortalecido con información económica y estadística apropiada.

En consecuencia la evaluación económica corresponderá al nivel de la información que se obtenga y al nivel mismo en que se encuentre los estudios, especialmente los relacionados con los aspectos de Transporte, Trazado, Sección transversal típica y tipo de superficie.

**Capítulo 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se presentará el resumen de los aspectos considerados como elementos participes en el ejercicio de evaluación económica e interrelacionando los asuntos socioeconómicos observados y las características propias del proyecto. Para tal efecto el Consultor deberá destacar los contenidos relevantes que como producto del tratamiento de cada capítulo se hayan podido obtener.

Es de recalcar, que se incluye la politica de sostenibilidad en estos estudios y diseños, los cuales deben diseñar y sustentar las medidas a tomar para el desarrollo sostenible de la infraestructura, dentro del presente documento.

A partir de los resultados expresados mediante los indicadores económicos, el Consultor hará una interpretación de los mismos y expresara los posibles aportes del proyecto al bienestar de la población y los alcances que puedan tener sobre ellos. De igual manera y considerando los tres indicadores básicos utilizados: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C) y su con su correspondiente análisis de sensibilidad el Consultor hará una interpretación de los mismos y presentará una solución a los aspectos que deban ser atendidos durante la ejecución de las obras.

Por último se deberá expresar el nivel de cumplimiento de los Objetivos y Alcances dentro de los cuales se enmarco el ejercicio de Evaluación Económica del proyecto de inversión pública.

- **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:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. FORMA DE PRESENTACIÓN

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

En el Informe Final, el Consultor integrará todos los estudios mencionados a continuación. Este informe constará de los siguientes capítulos:

- VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRANSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.
- VOLUMEN II. ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL.
- VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGÍA.
- VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.
- VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.
- VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO.
- VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACION.
- VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS.
- VOLUMEN IX. ESTUDIO Y DISEÑO DE URBANISMO Y PAISAJISMO.
- VOLUMEN X. COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL.
- VOLUMEN XI. ESTUDIO GESTION PREDIAL.
- VOLUMEN XII. ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD.
- VOLUMEN XIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRAS, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTOS.
- VOLUMEN XIV. ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO.
- VOLUMEN XV. INFORME FINAL EJECUTIVO.

A su vez, parte de 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.

Se debe incluir una ficha técnica que incluya por lo menos la siguiente información: localización y longitud de la meta física ejecutada, transito promedio diario (discriminado por composición vehicular), ejes equivalentes a partir del TPD, parámetros de diseño geométrico, consideraciones generales de seguridad vial y señalización, relación de la señalización diseñada, listado del resultado del inventario de zonas inestabilidades - obras de drenaje – estructuras (En los casos que las áreas específicas contemplen diseño, se deben relacionar las obras diseñadas), ubicación de cruces con zonas pobladas, ubicación de fuentes de material, tipos y tratamientos para estructuras de pavimento, valor del proyecto (etapas y plazos) y toda aquella información base que permita al lector que de manera rápida tenga acceso a la descripción y resultado de la propuesta de diseño.

A continuación se ilustran, alguna información resumen a ser incluida en la ficha:

-Descripción del alcance de los estudios y diseños:
-Objeto del contrato:
-Carretera
-Tramo
-Sector
-Localización y longitud de la meta física de estudios y diseños ejecutada: (alcance físico de la ruta _____ sector_____desde el PR_____hasta_____).

| **Información del Tránsito para el año_____en el corredor_____tramos_____** | |
|---|---|
| Auto | 70,00 |
| Bus | 20,00 |
| C2P | 9,00 |
| C2G | 16,00 |
| C3 y C4 | 1,00 |
| C5 | 0,00 |
| >C5 | 0,00 |
| Moto | 180,00 |
| **Total Mixto** | **296,00** |

Nota: incluir información de puntos de alto conflicto, incluso peatones

| **Información de ejes equivalentes en el corredor_____tramos_____** |
|---|

| | |
|---|---|
| Ejes equivalentes de 8,2Ton (____años) - T0 | |

| **PARAMETROS GEOMETRICOS** | | |
|---|---|---|
| **Sección Típica de la Carretera** | | **Velocidad de Diseño** |
| Número de carriles | | |
| Ancho de Carril | | |
| Ancho de Berma | | |
| Ancho de Cuneta | | |
| Ancho Total de la Corona | | |
| **Sección Típica de Pasos Urbanos** | | **Velocidad de Diseño** |
| Número de carriles | | |
| Ancho de Carril | | |
| Ancho de Andén | | |
| Ancho Total de la Corona | | |

Consideraciones generales de seguridad vial y señalización: (INCLUIR PARTICULARIDADES)

Señalización: Relación de la señalización que se proyecta instalar.

| **ITEM** | **CANTIDAD** | **Unidad** |
|---|---|---|
| Línea de demarcación con pintura en frío | | m |
| Señalización vertical | | Unidades |
| Marca vial con pintura en frio | | m2 |
| Otros ítems | | |

| **SOLUCIÓN GEOTECNICA - ZONAS INESTABILIDADES** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **N°** | **ABSCISA INICIAL** | **ABSCISA FINAL** | **Longitud (m)** | **Ruta** | **SOLUCIÓN GEOTECNICA** |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| n | | | | | |

| ZODMES PROPUESTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N°** | **LOCALIZACIÓN** | **TRAMO** | **RUTA** | **CAPACIDAD (m3)** |
| **1** | | | | |
| **2** | | | | |
| **N** | | | | |

| **Alternativa_____- Estructura de Pavimento** | |
|---|---|
| Capa A | |
| Capa B | |
| Capa C | |

| **Relación obras de drenaje TRAMO_____RUTA_____del PR_____HASTA EL PR** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **N°** | **Abscisa** | **Tipo de Obra Propuesta** | **Diámetro(m)** | **Altura (m)** | **Base (m)** | **Longitud(m)** |
| 1 | | Box Culvert | | | | |
| 2 | | Alcantarilla | | | | |
| 3 | | OTRA | | | | |
| | | | | | | |

RELACION DE PUENTES EXISTENTES/NUEVOS/DISEÑADOS

| **Puente** | **No, De luces** | **Luz (m),** | **Ancho Tablero (m),** | **Características generales** | **Resultados de los ensayos de patología (Si aplica)** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

| **Cunetas diseñadas** | | |
|---|---|---|
| Abscisas | Costado | Long. |
| | | |

| **RELACIÓN DE MUROS DISEÑADOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **MURO** | **INICIO** | **FIN** | **Longitud (m)** | **Altura Máxima Muro (m)** | **Tipología** |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

Cruces urbanos y veredales: A continuación, se relacionan los cruces veredales y urbanos para los cuales se proyecto diseño urbanístico.

| TRAMO | SECTOR | ABSCISA | Tipo de cruce |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |

Predial: A continuación se identificaron los predios y/o requeridas para intervención

| MUNICIPIO | NÚMERO DE PREDIOS | ÁREA REQUERIDA (Ha) | Tipo de uso o clasificación delárea homogénea |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |

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.

## Capítulo 2. FORMA DE PRESENTACIÓN

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

Cada Volumen se entregará impreso a doble cara en original (un original) y cuatro (4) copias en medio magnético (DVDs) y/o dispositivos externos de almacenamiento, en medio 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.

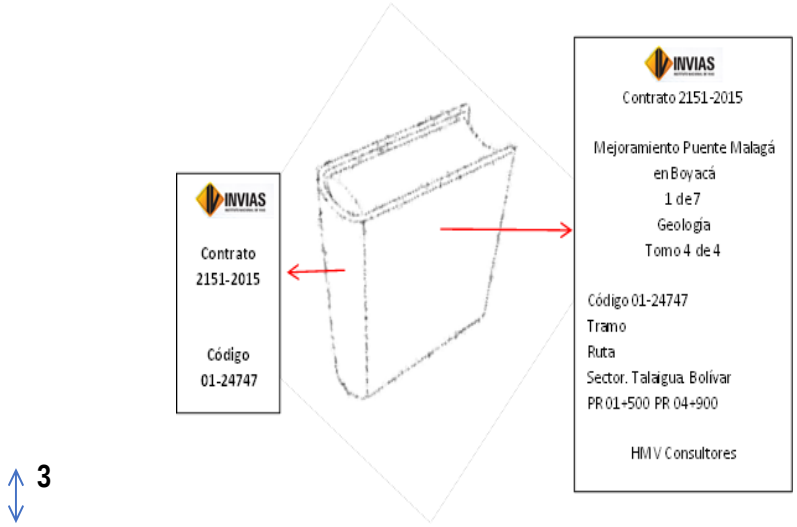
<table>
<tr><td rowspan="6">LOGO INVIAS</td><td rowspan="6">CONSULTOR:</td><td rowspan="6">INTERVENTOR:</td><td rowspan="6">CONTRATO:</td><td>Director consultoria:</td><td>Director interventoria:</td><td colspan="2">MODIFICACIONES</td><td colspan="2" rowspan="4">CONTIENE:</td></tr>
<tr><td>FIRMA</td><td>FIRMA</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Nombre y Matricula</td><td>Nombre y Matricula</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Especialista consultoria:</td><td>Especialista interventoria:</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>FIRMA</td><td>FIRMA</td><td>Dibujó:</td><td>Fecha:</td></tr>
<tr><td>Nombre y Matricula</td><td>Nombre y Matricula</td><td></td><td></td><td>ESCALA</td><td>PLANO No.</td></tr>
</table>

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 interventoria, 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 interventoria, 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. Los volúmenes deber se escaneados para garantizar que sean fiel copia de su original.

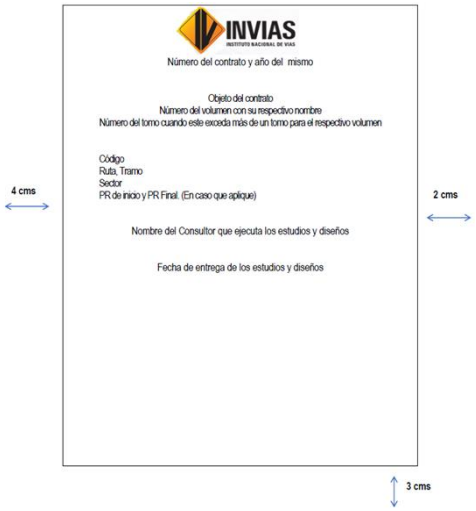
Para cada volumen técnico que contenga información georreferenciada (incluidos los resultados de las exploraciones y ensayos) se deberá entregar la respectiva base de datos espacial diseñada por el especialista en SIG y cumpliendo con lo establecido por la oficina encargada del SIG en el INVIAS (Aplicar 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 Planificación de Infraestructura, lo cual, deberá ser consultado por el consultor en dicha oficina.

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




**b. 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.

**c. 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).

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS VOLÚMENES A DESARROLLAR EN ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE II AVANZADA:

- **VOLUMEN I: ESTUDIO DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO**

El alcance fundamental del estudio de transporte, capacidad y niveles de servicio consisten en:

Realizar la compilación, depuración y clasificación de la información secundaria existente en el INVIAS, estudios previos para la misma vía; relacionada con TPD y con accidentalidad. Basados en los datos obtenidos de la recolección de información existente en cuanto a conteos de tránsito, el consultor complementará los estudios trabajando en este caso con información primaria adicional de campo. Para este caso, la información existente de tránsito promedio diario se complementará con los aforos vehiculares que permitan su posterior expansión y asignación, los cuales se deben hacer como mínimo durante 7 días 24 horas en la zona de influencia del proyecto y para cumplir con el objeto del estudio.

Realizar el pronóstico del tránsito para un determinado periodo de diseño con el fin de determinar las

características geométricas del proyecto. Para realizar el pronóstico del tránsito se deberá considerar el cálculo del tránsito existente, el tránsito atraído y el tránsito generado, considerando los flujos de transporte generados por la dinámica socioeconómica actual y potencial regional y el tránsito existente en la red vial aledaña al proyecto de estudio, el cual sería susceptible de atraer con las mejoras de la vía.

Estimar los parámetros esenciales para el diseño de pavimentos tales como el "número de ejes equivalentes", la distribución por tipo de vehículos pesados y de cargas por eje para obtener el factor camión.
Realizar el estudio de capacidad y niveles de servicio, con base en los resultados de la cuantificación del tránsito y en las especificaciones de diseño geométrico del INVIAS.

- **VOLUMEN II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO.**

El estudio de trazado y diseño geométrico debe tener en cuenta la definición del trazado de la variante, el cual debe ser funcional, seguro, cómodo, estético, económico y compatible con su entorno desde el punto de vista ambiental. Para el diseño de la variante se deben tener presente factores tanto externos como internos tales como: topografía, geología, geotecnia, tránsito actual, tránsito futuro, seguridad vial, aspectos ambientales, hidrología de la zona, desarrollos del área urbana planteados por el municipio, predios, aspectos socioeconómicos, y las condiciones de capacidad y niveles de servicio que se espera satisfacer, según los resultados del volumen anterior; de tal manera que se garantice la operatividad, estabilidad y sostenibilidad del corredor.

El estudio se desarrollará y comprenderá entre otros aspectos, el diseño en planta, el diseño en perfil, secciones transversales, y la generación de las coordenadas para la localización del proyecto. El consultor deberá definir y optimizar un diseño geométrico acorde con las normas y criterios establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS 2008, adoptado por el Ministerio de Transporte mediante resolución No. 000744 de 2009, de 04 de marzo de 2009.

Dentro de las actividades propias del diseño geométrico se tiene el levantamiento topográfico del corredor objeto de estudio, incluyendo la zona de derecho de vía y el levantamiento de las zonas especiales, incluyendo en estas últimas las zonas donde se tienen retornos, empalmes, intersecciones y puntos críticos de acuerdo a las características predominantes del sector; el levantamiento deberá incluir cada uno de los detalles existentes en la zona, incluyendo construcciones. El alcance de los trabajos topográficos consiste en hacer una poligonal amarrada geodésicamente. De esta poligonal se desprenden los levantamientos topográficos de detalles con el fin de poder plasmarlos en dibujos y construir planos que permitan hacer los diseños respectivos.

- **VOLUMEN III: ESTUDIO DE GEOLOGÍA**

El alcance fundamental de los estudios de geología consiste en caracterizar la geología del proyecto y determinar mediante evaluación y análisis, los aspectos de estabilidad y seguridad de las áreas donde se

desarrollará el proyecto. Adicionalmente el consultor deberá caracterizar las fuentes de materiales y ubicar los posibles sitios para la disposición del material sobrante de corte, desarrollar los análisis de estabilidad, seguridad, obtención de materiales de construcción, disposición de materiales sobrantes de excavación, así como todo lo relacionado con el impacto ambiental; conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

- **VOLUMEN IV: ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN**.

El alcance fundamental del estudio de suelos para fundaciones de puentes, obras de drenaje y estructuras de contención, consiste en realizar todas las actividades necesarias para la exploración de los suelos, con el fin de caracterizar los suelos de fundación en donde se ubicarán las obras proyectadas en los diseños de la variante, conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

A parte de la exploración por métodos directos con recuperación de muestras, como sondeos y apiques. Como complemento a estas investigaciones, se podrán emplear métodos indirectos como sondeos geo eléctricos o líneas sísmicas; de tal manera que permitan obtener información mediante ensayos y correlaciones para estimar las principales variables del diseño de cada una de las respectivas obras.

- **VOLUMEN V: ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES**

Los estudios geológicos y geotécnicos tendrán como fin determinar las condiciones de estabilidad de los taludes superior e inferior de la vía, definir las condiciones como inclinación de taludes, obras de contención, obras hidráulicas y de protección de taludes, bermas, que garanticen la estabilidad de los taludes que se requieran para la implantación del proyecto; conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

- **VOLUMEN VI: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO**

En este volumen se deben identificar los requerimientos necesarios para determinar los diseños tanto para estructuras de pavimentos nuevos, los empalmes con infraestructura existente como para las soluciones a las problemáticas actuales. El principal objetivo es definir la estructura de pavimento del proyecto con base en: i) las características geomecánicas de la subrasante y de la estructura vial existente, ii) la caracterización de las fuentes de materiales y iii) número de repeticiones esperadas de ejes equivalentes; conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

Se presentarán diferentes alternativas de diseño de pavimentos y se identificarán las posibles fuentes de material, proponiendo la posibilidad del aprovechamiento dentro de la solución que se plantee, del material que se encuentra in situ y presentando alternativas que contemplen estabilizaciones, adelantando evaluaciones económicas, para establecer el beneficio costo de las alternativas presentadas.

- **VOLUMEN VII: ESTUDIO DE HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN**

El objeto de este volumen consiste en realizar los estudios hidrológicos de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto, con los registros históricos completos disponibles y no limitarse a los últimos años; dimensionar las obras transversales y longitudinales necesarias en el diseño del proyecto, incluyendo los análisis de socavación donde sea necesario; dentro de estas obras se encuentran las obras mayores, menores y los tratamientos especiales en puntos críticos y/o taludes superiores e inferiores para garantizar el manejo adecuado desde el punto de vista hidráulico en aras de buscar la estabilidad de la infraestructura; también el manejo de escorrentías superficiales en empalmes, retornos e intersecciones, entregas especiales y/o particulares a lo largo del corredor; conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

Así mismo, los estudios definirán la localización y el tipo de las obras de drenaje y subdrenaje a construir, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, hidráulicas y de diseño geométrico, para garantizar la vida útil del proyecto.

- **VOLUMEN VIII: ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS**

En este capítulo se debe realizar el predimensionamiento estructural de cada una de las estructuras que así lo requieran el proyecto, que permitan garantizar condiciones de estabilidad y continuidad del alineamiento, tomando como base los parámetros de geometría, geología, fundaciones, hidráulica, urbanismo y ambiental; conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

El objetivo es tomar los parámetros establecidos en los estudios complementarios aplicables requeridos y realizar un análisis de alternativas para de allí concluir en la selección y ejecución del proyecto estructural real y ejecutable. El consultor deberá definir las características básicas o esenciales de las estructuras, todas las obras complementarias, cimentación, y de la infraestructura vial necesaria para el proyecto, entendiéndose para este nivel de fase II – avanzada y/o fase III contratación que se debe llegar a despieces tipo.

- **VOLUMEN IX: ESTUDIO Y DISEÑO DE URBANISMO Y PAISAJISMO**

El estudio de urbanismo y paisajismo pretende garantizar una interacción funcional entre la vía los usuarios de la vía, identificando las dinámicas del área de influencia del proyecto, para incorporar soluciones que generen conectividad, accesibilidad, seguridad, y sostenibilidad del corredor.

El consultor deberá establecer la interacción entre el proyecto, la infraestructura vial existente y núcleos poblacionales, sus usuarios (peatones, motociclistas), identificando puntos de conflicto, definir criterios para el tema paisajístico, incorporar las soluciones para el diseño geométrico, seguridad, y en general con las áreas afines.

- **VOLUMEN X: COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROYECTO.**

De acuerdo con la legislación ambiental aplicable, el Decreto No. 2041 de 2014 o aquellos que los sustituyan, y sus reglamentarios, el Contratista deberá revisar y analizar el alcance de las labores contratadas, con el objeto de tener claridad si el proyecto a estudiarse y/o ejecutarse se hace bajo los lineamientos generales del PAGA y/o requiere licenciamiento ambiental y/o requiere Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA.

El presente Volumen se debe desarrollar acorde con lo indicado en el **Apéndice D – Ambiental y Apéndice E – Gestión Social** que hacen parte integral del presente proceso de contratación.

- **VOLUMEN XI: ESTUDIO GESTION PREDIAL**

Dentro del objetivo general que se pretende dar a este volumen, es la determinación a través de una rigurosa investigación técnica y jurídica, el área de afectación de predios por la construcción del proyecto vial, así como la correspondencia entre la afectación física y la titularidad de los predios afectados para posibilitar durante posteriores etapas, las actividades de Adquisición y recuperación de predios.

El presente Volumen se debe desarrollar acorde con lo indicado en el **Apendice F – Gestión Predial** que hace parte integral del presente proceso de contratación.

- **VOLUMEN XII. ESTUDIO DE ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL RIESGO Y SOSTENIBILIDAD.**

Identificar, caracterizar y categorizar los riesgos previsibles que impactaran durante la ejecución del futuro corredor por la implementación de la alternativa planteada para seguir complementando los requerimientos de la matriz de riesgos estableciendo una línea base del proyecto y diseñar los planes de monitoreo y control. Definir estrategias de sostenibilidad y sus costos asociados. Entre los objetivos del presente volumen, está el incluir lineamientos y criterios de sostenibilidad desde la concepción del proyecto y sus costos asociados.

- **VOLUMEN XIII. ESTUDIO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO**

El objetivo de este volumen será realizar el análisis y comparación en términos de valor económico actualizado, de los costos y beneficios del proyecto planteado que propugne por dar solución al problema o dificultad expresado en los estudios y que se relaciona con la dificultad o carencia en el suministro de la infraestructura vial requerida para la comunicación y el transporte; conociendo y expresando la naturaleza y circunstancia de las mismas.

- **VOLUMEN XIV. ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS.**

En este volumen se elaborarán los análisis de precios unitarios No previstos de acuerdo con los precios de mercado de los insumos en la zona del proyecto, se calcularán los presupuestos con las cantidades de obra que se determinen en las diferentes especialidades a estudiar dentro del contexto de los estudios y se definirán las especificaciones de construcción.

- **VOLUMEN XV. INFORME FINAL EJECUTIVO**

En este volumen se presentará un informe ejecutivo que le permita al lector, conocer la localización geográfica de las obras a construir, el Contratista deberá indicar la troncal o transversal a la que pertenece, e identificar la ruta y tramo en estudio, conocer la importancia socioeconómica del mismo y a través de una ficha técnica resumen disponer de los resultados técnicos más importantes de cada uno de los volúmenes desarrollados en la consultoría. Así mismo el Contratista deberá preparar una presentación en donde se muestre en resumen de los aspectos más relevantes del estudio, así como de los resultados del mismo, la cual deberá exponer ante el personal técnico de la Entidad, por el director del contrato y de los especialistas que se consideren necesarios.

Dentro del informe final ejecutivo, el Contratista con la aprobación de la Interventoría deberá entregar una presentación de todos los resultados técnicos, económicos, financieros ambientales y sociales del proyecto guiados por la norma ISO 19650 y lo exigido en los presentes Requerimientos Técnicos.

## REQUERIMIENTO TÉCNICOS – FASE II AVANZADA

### a. Volumen I. ESTUDIO DE TRÁNSITO

El Informe Final del Estudio de Transito, que incluye particularmente los aspectos referentes a estimación de la Capacidad y Niveles de Servicio, de manera general debe considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. INFORMACIÓN DE CAMPO
CAPITULO 3. PROYECCIONES DE TRÁNSITO
CAPITULO 4. ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO
CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

**a. OBJETIVO**

El objetivo de este Estudio es determinar el Transito Promedio Diario actual y proyectado para definir las características técnicas del proyecto, teniendo en cuenta los parámetros de diseño geométrico definidos en el Manual de Diseño Geométrico publicado por el INVIAS.

Adicionalmente, efectuar los estimativos de capacidad y niveles de servicio y examinar su consistencia con la demanda máxima proyectada para el período establecido como horizonte del proyecto.

Este estudio requerirá del Consultor una coordinación muy estrecha con el especialista que se ocupe del Volumen del Estudio de Evaluación Económica, profesional que brindará la información de carácter económico y social muy importante para poder estimar el crecimiento y la evolución de variables de este tipo que incidirán en el pronóstico de los volúmenes de tránsito futuro.

El estudio debe identificar posibles conflictos entre los diferentes actores del corredor (peatones, bici usuarios, vehículos) y/o sitio de interés. Es así como debe plantear soluciones para garantizar la seguridad vial de los usuarios. Se debe trabajar de manera conjunta con el área de diseño geométrico, para determinar las soluciones que se puedan dar, dentro del alcance del presente estudio.

### b. ALCANCES

El alcance esencial de este Estudio de Transporte es la obtención mediante información primaria de campo, complementada con la información secundaria existente del INVIAS, u otras fuentes, las matrices origen destino de viajes y los datos de tránsito que permitan establecer valores actualizados en las proyecciones del mismo, esto se deberá indicar en la Metodología del Estudio, documento que se deberá entregar a la Interventoría en donde se detallarán los diferentes trabajos de campo a realizar.

Dentro del alcance se debe contemplar aforos de tránsito local en sentidos paralelo y transversal a la vía en zonas urbanas y rurales de alta densidad, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Aquí se debe tener relación directa para las soluciones con el volumen de paisajismo y urbanismo.

## Capítulo 2. INFORMACIÓN DE CAMPO

Con base en la información obtenida en la recolección de información, el Consultor complementará los estudios trabajando en este caso con información primaria adicional de campo. Para el caso de vías no existentes el Estudio de Transporte tendrá como principal insumo las encuestas de origen destino que se deben ejecutar en vías paralelas o en alternativas viales al nuevo corredor o carretera a construir dentro de su zona de influencia, las cuales se complementarán con los aforos vehiculares que permitan su posterior expansión y asignación. Las encuestas origen destino y los aforos vehiculares se deben hacer como mínimo durante 7 días 24 horas en la zona de influencia del proyecto.

Toda la información secundaria o primaria deberá ser estudiada y avalada de común acuerdo con la Interventoría del contrato. Para la información primaria a recolectar se podrá utilizar aplicaciones

tecnológicas de última generación como contadores electrónicos, filmaciones de video o cualquier dispositivo electromecánico que permita el conteo y clasificación de vehículos y que redunden en el mejoramiento de la calidad respecto de las metodologías tradicionales, siempre y cuando permita el 95% de confiabilidad. La planeación y metodología de las encuestas de viajes y aforos de tránsito debe ser examinada y propuesta con todos sus elementos incluyendo la selección de los puntos de toma de información, formatos a utilizar, registros de información, equipos de conteo y capacitación de encuestadores y aforadores.

La información de campo para aforos se registrará en formatos en periodos de una hora, clasificándolos de acuerdos con el tipo de vehículos (livianos, buses y camiones), motocicletas, bicicletas, en el caso de camiones se discriminará por número de ejes (C-2 pequeño, C-2 grande, C- 3, C-4, C-5 y mayor a C-5). Para el caso de proyectos sub-urbanos en donde el componente de motos, bicicletas y peatones, sea significativo, los mismos deberán cuantificarse en estos conteos, (equivalencias ver tabla siguiente 1). En puntos generadores identificados en el corredor, se evaluará la conveniencia de realizar aforos peatonales.

En el caso que el proyecto contemple la opción de túneles se deberá identificar modelos de los vehículos y tipo de combustible utilizado, de acuerdo con lo establecido en los requerimientos para el estudio de túneles.

| TIPO DE VEHÍCULO | AUTOMOVILES DIRECTOS EQUIVALENTES (ade) | |
|---|---|---|
| | CARRETERAS[1] | GLORIETAS |
| Bicicletas | 0,50 | 0,50 |
| Motocicletas | 1,00 | 0,75 |
| Automóviles, taxis, vehículos comerciales livianos | 1,00 | 1,00 |
| Buses | 3,00 | 2,80 |
| Vehículos comerciales medianos y pesados, vehículos de tracción animal | 3,00 | 2,80 |

(1) También aplican para secciones de entrecruzamiento en intersecciones a desnivel

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS.

En este capítulo se debe describir la metodología empleada para la recolección de la información de campo y se deben presentar los principales análisis de resultados: volúmenes vehiculares por días de la semana, distribución por tipo de vehículo, distribución direccional y comportamiento horario del tránsito, entre otros, para los aforos vehiculares. Para el caso del análisis de las encuestas origen destino se debe incluir: tipo de vehículo, tipo y número de ejes del camión, tipo de carga de los camiones, ocupación del vehículo, motivo del viaje, y frecuencia; se exige el cálculo de una matriz origen-destino de la zona de influencia del proyecto desagregada por zonas que posteriormente permitan la asignación del tránsito y estimación del volumen de la vía nueva.

## Capítulo 3. PROYECCIONES DE TRÁNSITO

Para realizar el pronóstico del tránsito se debe partir de las características específicas de cada proyecto, es

decir con la revisión del tipo y escala del proyecto, especificando su categoría como local, zonal o regional. De acuerdo con la longitud del proyecto se requerirá caracterizaciones por tramos homogéneos para un mayor detalle del Estudio. El cálculo de volúmenes vehiculares debe incluir la estimación del tránsito atraído y el tránsito generado; éste último teniendo en cuenta la construcción de este proyecto, así como, otros proyectos de infraestructura que se desarrollen en la zona y que puedan influir en este cálculo.

Para este caso, el análisis requiere tener la matriz origen-destino de viajes de la red vial de la zona de influencia del proyecto, en donde se incluirá el nuevo corredor, posteriormente se asignan estos viajes que permitan estimar la demanda de tránsito del corredor en estudio. La cuantificación del volumen del tránsito será discriminado en sus clasificaciones y flujos más significativos e importantes, lo que permitirá obtener el valor del Tránsito Promedio Diario -TPD- por tipo de vehículo.

El objeto final de este numeral es poder estimar los parámetros esenciales para el diseño de pavimentos tales como el "número de ejes equivalentes" y la distribución por tipo de vehículos pesados. Para poder proyectar el tránsito se debe definir las tasas de crecimiento a utilizar partiendo del comportamiento de las series históricas de conteos del INVIAS en comparación con otros indicadores económicos de crecimiento, ya sean el poblacional, del parque automotor y del producto interno bruto, nacional y regional.

La selección y adopción de modelos de proyección se determinará luego de evaluar taxativamente la situación particular planteada por el proyecto propuesto. No se recomienda ningún modelo en particular para efectuar las proyecciones, podrán emplearse varios tipos de modelos; desde los más

sencillos hasta aquellos que conllevan una mayor elaboración matemática o estocástica, según convenga al proyecto. Dada la complejidad de predecir el futuro, se recomienda generar como mínimo dos escenarios de crecimiento, uno optimista y uno moderado. También es conveniente realizar análisis de sensibilidad de los resultados ante cambios en las principales variables que influyen en el pronóstico del tránsito relativo, tránsito atraído, tránsito generado y la tasa de crecimiento.

Al utilizarse las series históricas de los registros de conteos de INVIAS, será necesario verificar su confiabilidad y efectuar un análisis estadístico completo siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de este organismo. También podrá utilizarse programas o Software estadístico y de tránsito, parametrizado de común acuerdo con la Interventoría, en cuyo caso el Consultor entregará al INVIAS los resultados debidamente interpretados.

## Capítulo 4. ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

Con base principalmente en los resultados de la cuantificación del tránsito y en las especificaciones de diseño geométrico del INVIAS, así como en otras condiciones, se procederá a efectuar una estimación de la capacidad de la vía cuyo estándar ha sido mejorado, tanto para el momento que se contemple su entrada en servicio, hasta el año que se estime como final de la vida útil del proyecto, en períodos de 5 en 5 años para conocer la gradualidad de las necesidades de nuevas intervenciones orientadas a garantizar el nivel de

servicio definido para el proyecto. También podrá utilizarse el Software disponible para estos análisis y simulaciones, definiendo conjuntamente con la Interventoría los parámetros necesarios o "datos de entrada".

Es necesario interactuar en el estudio de los temas de "capacidad" y "nivel de servicio" con el apoyo del especialista en trazado geométrico, profesional que posiblemente propondrá con su experiencia criterios para establecer o definir el nivel de servicio deseado de acuerdo con la jerarquía del proyecto dentro de la red vial nacional y sus condiciones y características topográficas.

Así mismo, se analizará la calidad que ofrecerá la vía durante su operación y servicio, bajo las condiciones de tránsito estimadas o proyectadas, aplicando los criterios o los elementos fundamentales para evaluar el "nivel de servicio" en condiciones de "velocidad de flujo libre o continuo", como son la velocidad y la relación entre el "Volumen de Demanda" o Intensidad de Demanda y la "Capacidad" (V/C o I/C). La estimación de "capacidad" y "niveles de servicio" deberá realizarse no sólo para el tramo crítico de la vía, sino para una sección típica de la misma. Para la estimación de los mismos deberán utilizarse los manuales vigentes del INVIAS o extranjeros, particularmente el HighwayCapacity Manual (HCM), debidamente calibrados a las condiciones propias del país, en cuanto a composición vehicular y topografía principalmente.

En aquellos lugares en donde se presente intersecciones importantes con vías de jerarquía similar, o se prevean conflictos de tránsito que puedan inducir riesgo de accidentalidad, tales situaciones deberán modelarse, con el objeto de identificar el tipo de intersección a utilizar, a nivel o desnivel. En todos los casos la determinación de los "niveles de servicio" de la vía, en comparación con el "nivel de servicio" establecido, permitirá generar la eventual gradualidad de las obras, tanto del corredor con sus números de carriles como de los tipos de intersecciones viales futuras.

Se considerarán los diferentes factores que afecten o influyan en la capacidad y servicio de la vía, las intersecciones o en la circulación; características de los vehículos, tipo de operación, condiciones de la vía, efectos climáticos, y otros; o aquellos referentes a la circulación, sección transversal, pendiente, velocidad, visibilidad, entre otros. Se investigará específicamente los máximos volúmenes observados, la distribución direccional, la composición del tránsito y las fluctuaciones del tránsito en el tiempo.

El análisis deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan verificar las características geométricas óptimas del proyecto, en forma tal que atienda un volumen de tránsito (incluido peatonal y de bici usuarios) correspondiente al nivel de servicio establecido. De otro parte, se tendrá en cuenta los factores ambientales consignados en el volumen correspondiente del presente estudio, de tal manera que se garantice la durabilidad de la carretera y su armonía con el medio ambiente (Aspectos de sostenibilidad). La interacción de los especialistas de tránsito y diseño geométrico permitirá realizar otros estudios que pueden medir la eficiencia de la vía diseñada o proyectada, como por ejemplo los análisis de consistencia de velocidad cuando se conozcan los diseños propuestos.

El consultor al identificar las zonas de conflicto de los diferentes flujos, deberá plantear soluciones encaminadas a la mitigación y atención total de dicha condición, garantizando que el planteamiento técnico

sea seguro para todos los usuarios. Las soluciones deben ir con los lineamientos plantados por la Agencia Nacional de Seguridad Vial. Las demás áreas técnicas, como lo son diseño geométrico, diseño estructural, urbanismo entre otras, deberán aportar para la solución de los conflictos identificados

## Capítulo 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan verificar las características geométricas óptimas del proyecto, en tal forma que se prevea un volumen de servicio correspondiente al nivel de servicio elegido para el proyecto.

El conjunto de los estudios de transporte, será un insumo fundamental para la actuación de otros especialistas indispensables en los estudios y diseños requeridos por un proyecto vial. Sus resultados y recomendaciones permitirán la verificación o el ajuste de las características geométricas óptimas dispuestas para el proyecto, como se exige en el volumen correspondiente a trazado y diseño geométrico de manera que garanticen teóricamente la administración de un volumen de tránsito que corresponda al nivel de servicio elegido para el proyecto.

De igual forma, los resultados del Estudio de Transporte servirán como base fundamental para los cálculos y el diseño del pavimento a construir, descrito en el respectivo volumen. Adicionalmente, las consideraciones y resultados del Estudio de Transporte serán un referente primario para la elaboración del volumen de análisis preliminar del Estudio de Impacto Ambiental, toda vez, que los efectos del tránsito en términos de contaminación ambiental y polución por ruido, entre otros, son materia de especial análisis en el campo ambiental.

Finalmente, los resultados del Estudio de Transporte, y particularmente los volúmenes de Tránsito Promedio Diario -TPD- serán esenciales para los estudios de Evaluación Económica del Proyecto

que posiblemente mostrará de manera más precisa en términos económicos las bondades del proyecto.

Es prudente señalar también que el Consultor debe incluir recomendaciones de acuerdo con los cambios del proyecto en el tiempo; es decir indicar pautas que permitan al INVIAS planificar la gradualidad de la infraestructura mediante un adecuado monitoreo periódico con seguimientos a la demanda existente por lo menos cada cinco años.

Se recuerda 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.

El consultor deberá dejar explícitamente la recomendación sobre la necesidad de actualizar los análisis y

proyecciones del tránsito realizadas, en caso de que el año de inicio del proyecto sea diferente al previsto en el presente estudio.

### b. Volumen II ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMETRICO

El Informe Final de Trazado y Diseño Geométrico, debe considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEOREFERENCIADA
CAPITULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO
CAPITULO 4. DISEÑO GEOMETRICO
CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 6. ANEXOS

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

El Estudio de Trazado y Diseño Geométrico, consiste en la definición del trazado de la vía teniendo en cuenta las características solicitadas y condiciones que se espera tener en cuanto a capacidad y velocidades de operación. Este deberá ser definido, integrando la geología, geotecnia, hidráulica ambiental y la definición de las obras principales necesarias para garantizar la estabilidad del proyecto.

### b. ALCANCES

El consultor deberá definir un diseño geométrico acorde con las normas y criterios establecidos en El Manual de Diseño Geométrico del INVIAS vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños. Se debe diseñar en forma definitiva el eje en planta de la carretera.

Realizar el replanteo de la línea de ceros, seguidamente la toma detallada de topografía ya sea por la metodología convencional o por sistemas alternos cuyo resultado se encuentre dentro de las tolerancias admisibles para levantamientos topográficos de esta índole (Norma Técnica Colombiana para Estudios Topográficos NTC-6271).

El trazado se deberá integrar e interactuar con los estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos, ambientales, sociales y prediales, restricciones u otros sobre el corredor, con el propósito de garantizar condiciones de estabilidad y sostenibilidad; de esta manera se hará necesario efectuar modificaciones al trazado (si las condiciones particulares del proyecto lo permiten) de manera repetitiva hasta conseguir que cumpla con todas las condiciones.

El Consultor deberá al realizar un análisis de amenaza a procesos de remoción en masa e identificación de

sitios críticos sobre el corredor objeto de estudio, para que estos sean un condicionante del trazado y para que todas las obras apunten a la solución de estas problemáticas.

## Capítulo 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEOREFERENCIADA

Para el levantamiento y procesamiento de la información topográfica el consultor podrá escoger entre sensor remoto transportado o levantamientos topográficos convencionales, así como el procedimiento a seguir, siempre y cuando el nivel de detalle de los productos geográficos generados alcance como mínimo una escala 1:1.000, para lo cual, se aceptará una tolerancia en precisión de máximo 0,40 metros. (Normativa referencia NTC-6271)

Es fundamental tener en cuenta que para obtener resultados a dicha escala a partir de información raster (imágenes satelitales, aerofotografías), se debe garantizar que el contenido y estructura de los datos provenientes a dicha tecnología cumpla ciertos parámetros, es decir, para imágenes de satélite, una resolución espacial (tamaño de la mínima unidad de información incluida en la imagen, denominada como pixel) máxima de 1.0m, o de tratarse de aerofotografías digitales, un rango de GSD (GroundSamplingDistance) – tamaño del pixel en el terreno) de 15 cm.

El modelo en tres dimensiones se llevará a cabo mediante radiación con ET (Estación total), GPS (sistema de posicionamiento global) o LIDAR (Light Detection And Ranging) o equipos similares (siempre y cuando su precisión sea la suficiente para justificar su uso en lugar de equipos convencionales).

### 2.1.1. ACTIVIDADES DE TOPOGRAFIA

Para las actividades de topografía se deberán seguir los lineamientos establecidos en la Norma Técnica Colombiana para Estudios Topográficos NTC-6271, con el fin de dar cumplimiento a los criterios técnicos establecidos en el presente numeral.

Las actividades a realizar de topografía se describen a continuación:

**a. Georreferenciación**

Se materializarán un par de mojones intervisibles cada 3 Km a lo largo de todo el proyecto. Estos mojones deberán ser realizados en concreto con las siguientes dimensiones: 30cm x 30cm, profundidad mínima de 60cm, deberán sobresalir del terreno mínimo 20cm y deberán ser fundidos en forma de pata de elefante.

- Cada mojón deberá tener una placa de bronce o aluminio en su parte superior y deberá estar marcada con el nombre del consultor, numero de contrato, numero consecutivo del mojón, INVIAS y el año.

- La ubicación de los mojones deberá ser establecida teniendo en cuenta que no sean afectados con las obras a realizar y que garanticen una máscara de despeje de máximo 30º.

- La red de mojones ubicada a lo largo del proyecto deberá ser posicionada con GPS doble frecuencia de última generación creando una red geodésica de alta precisión con el método estático diferencial con doble determinación usando un mínimo de 4 equipos. Los vértices deberán ser determinados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

El consultor deberá entregar las especificaciones de cada uno de los equipos GPS utilizados para el posicionamiento, así como los parámetros de las antenas utilizadas. Los equipos deberán ser doble frecuencia sin excepción y preferiblemente tener sistema RTK y GLONASS.

Para realizar los cálculos el consultor deberá utilizar las efemérides precisas del IGNS para las semanas en que se realizó el posicionamiento. Los archivos de las efemérides precisas deberán ser entregados. Así mismo, deberán ser entregados los archivos del posicionamiento en formato RINEX.

El consultor deberá entregar los puntos de apoyo utilizados de la Red Magna-Sirgas (estaciones permanentes), los formatos de descripción de cada vértice, los esquemas de determinación, los resúmenes de ocupación, el resumen de cálculos y el cuadro de coordenadas calculadas.

**b. Amarre Horizontal**

A partir de los mojones GPS materializados y posicionados se deberá establecer una poligonal que arranque de cada pareja de GPS y cierre en la siguiente pareja. La poligonal realizada deberá tener una precisión de cierre milimétrica.

- Los vértices principales de la poligonal deberán ser materializados en concreto con una distancia promedio de 250m, se ubicarán en lugares que no se vean afectados por la realización de las obras y en donde puedan perdurar la mayor cantidad de tiempo. Estos también podrán ser ubicados en zonas duras como muros, cabezotes, puentes, andenes, entre otros, que garanticen condiciones de estabilidad.

- Los mojones materializados cada 250m cumplirán doble función para el amarre horizontal y el amarre vertical por lo que se denominarán Deltas-BMs y deberán estar numerados consecutivamente de acuerdo a la poligonal y se identificarán como D-BM-#. Se materializarán de 10cmx10cm y profundidad de 30cm con su respectiva placa de numeración.

**c. Amarre Vertical**

- La poligonal realizada anteriormente deberá ser nivelada y contra nivelada utilizando como bases los D-BMs para hacer los cierres parciales.

- Para hacer el amarre vertical se determinarán los NPs del IGAC disponibles a lo largo del proyecto y a partir de estos se establecerá la metodología para corregir el error vertical de las nivelaciones.

- De no existir NPs o ser escasos se podrá trasladar cotas a todos los GPSs mediante el modelo geoidal GEOCOL 2004 e ir ajustando la nivelación entre GPSs que cumplan con el error de cierre de un centímetro por kilómetro o ir descartándolos hasta el siguiente que cumpla.

**d. Levantamientos Topográficos**

Los levantamientos topográficos se realizarán de acuerdo a si se utiliza alguno de los métodos de obtención de información digital o si se realizan los levantamientos por la metodología convencional. El

consultor podrá escoger la metodología para la toma de información siempre y cuando los resultados se presenten a escala 1:1000 y pueda obtener curvas de nivel cada metro (para terreno montañoso y escarpado; y en terreno plano con una separación mayor a esta, previa aprobación de la interventoría).

A continuación, se describen los levantamientos necesarios para una u otra metodología:

**e. Levantamiento Convencional:**

- Los Levantamientos topográficos se realizarán por medio de estación total realizando una nube de puntos en forma de sección transversal con el fin de levantar todos los quiebres del terreno en un ancho mínimo de 100m.

- Con apoyo en la poligonal base, se realizará el levantamiento topográfico de cada tramo con definición de líneas de paramento, antejardines, silueta de andenes, separadores, sardineles, accesos a garajes, bermas, bordes de vía, quebradas, ríos, cercas, torres de energía, accesorios sobre líneas matrices de redes de distribución, postes, hidrantes, cajas, válvulas, bancas, cunetas, alcantarillas, señales de tránsito, semáforos, armarios y demás detalles que se encuentren dentro de la zona de influencia y tengan relevancia para el desarrollo del proyecto.

- Todos los detalles se tomarán con estación total y serán guardados en memoria interna, donde los puntos que permiten la definición de la planta serán nivelados trigonométricamente.

- En la cartera de campo se especificará en forma muy detallada el gráfico aproximado del área de trabajo, anotando en ella direcciones de sardinel, paramentos, curvas, separadores, nombres de predios, nomenclatura etc.

- Las carteras de topografía contendrán dibujadas la mayor información del terreno, para poder orientar en forma adecuada los trabajos de oficina.

- Se tomarán secciones en todos los cruces menores y mayores de agua donde se definan obras de alcantarillas y puentes y otros que tengan incidencia en el trazado, para poder definir las soluciones más convenientes. Estas se realizarán materializando poligonales auxiliares a lo largo del cauce, que para el caso, no será menor de 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo del eje, (y/o en la distancia que cada caso particular así lo requiera, lo cual será objeto de aprobación por parte de interventoría), las mismas que serán niveladas y a partir de ello se obtendrán secciones transversales del cauce y las pendientes de los cauces naturales.

- Para el diseño del eje en corte a media ladera, en los casos que se diseñe muros de contención, se deberá tomar topografía en detalle.

- Se tomará topografía detallada en zonas de ponteaderos, portales, así como donde se presenten sitios potencialmente inestables de la ladera, para que los especialistas diseñen la solución que corresponda; el área deberá ser determinada conjuntamente con la Interventoría.

- Se incluyen en esta actividad los levantamientos topográficos requeridos, muros, áreas de fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, etc.

**f. Cartografía Digital:**

Si se obtiene la cartografía a partir de aerofotografías, imágenes de satélite o mágenes capturadas con Sensor Remoto transportado, se deberán realizar los siguientes levantamientos topográficos, para garantizar la precisión de los trabajos. El empleo de la captura de la cartografía por la presente metodología obliga al consultor previo a la utilización de la misma, a realizar tramos de prueba por medio de topografía convencional para comparar los resultados y garantizar los errores mínimos admisibles. Lo anterior si es el caso hará parte de la metodología particular y será avalado por interventoría.

- Realizar el amarre horizontal y vertical del proyecto como fue descrito en los capítulos anteriores.

- Se deberá tomar topografía detallada en zonas de interés como ponteaderos, portales, inestabilidades, zonas boscosas, cruces Importantes entre otros.

Cualquiera que sea la metodología empleada, se deben garantizar la calidad de información a la escala solicitada, la cual permita adelantar los trabajos según los requerimientos establecidos para las diferentes áreas de estudio.

Una vez aprobado el eje de diseño por parte de la interventoría, el consultor debe implementar los métodos necesarios para verificar la consistencia del eje, con las condiciones reales en terreno.

NOTA: Todo aquel personal responsable de adelantar validación de actividades de topografía para cualquiera de las áreas de estudio, deberá estar inscrito en el Consejo Profesional Nacional de Topografía. Los documentos resultados de esta actividad deben contener la firma del personal responsable, acompañado del número de licencia profesional vigente.

## Capítulo 3. CRITERIOS DE DISEÑO

Se deberá revisar todas las características, radios mínimos, máximos, pendientes, anchos, alturas sobre el nivel del mar, puntos críticos, zonas inestables, condiciones de operación entre otras.

Antes de iniciar el trazado sobre el corredor seleccionado, se deberá realizar la conceptualización del proyecto, definiendo los criterios y objetivos a buscar, las características deseadas, los condicionantes propios del proyecto, las amenazas, la interacción con las otras especialidades, entre otros, con el fin de que se establezca con anterioridad hacia dónde debe ir el proyecto y la carretera que se espera obtener.

A partir de la conceptualización del proyecto se deberán plantear los criterios a aplicar en el desarrollo del proyecto, definiendo las siguientes características geométricas:

- Velocidad de diseño
- Radios mínimos
- Sección Transversal Típica
- Pendiente longitudinal Máxima y Mínima
- Longitud de pendiente crítica

El Consultor, con base en los anteriores parámetros iniciales, materializara el trazado definitivo para esta fase de estudio.

## Capítulo 4. DISEÑO GEOMETRICO

Se deberá realizar el trazado cumpliendo con lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS vigente a la fecha de la elaboración de los estudios y diseños, los criterios y premisas establecidos en el capítulo anterior.

En trazados de alta montaña se deberá tener especial cuidado con el alineamiento vertical, buscando que no se establezcan pendientes fuertes en longitudes prolongadas ya que esto será un limitante directo de la velocidad del proyecto.

Las obras principales planteadas producto del trazado geométrico deberán ser el resultado del análisis de amenaza y estabilidad del corredor. Teniendo como premisa un horizonte mínimo de 20 años, y las condiciones que gobernarán el corredor.

El trazado deberá ser el producto de un análisis interdisciplinario donde se tenga en cuenta todos los puntos críticos, zonas potenciales de falla, amenazas, reservas naturales y demás condicionantes del diseño. Se deberá realizar un plano donde se puedan apreciar todos estos elementos junto con el trazado con el fin de evaluar su interacción y los criterios establecidos para cada uno.

Cada sector particular podrá 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.

El trazado debe contemplar, prever y diseñar las intersecciones que resulten producto del diseño de acuerdo con los volúmenes y demandas previstas.

Dentro del proceso de diseño el consultor deberá ir calculando el movimiento de tierras y deberá optimizarlo con el fin de garantizar las menores longitudes de acarreo. En interacción con el especialista en geotecnia deberá determinar los porcentajes aprovechables de cada sector de corte así como los porcentajes de transición del material de banco a suelto y a compacto. Se deberá realizar un esquema donde se determine la ubicación de los cortes, los llenos, los préstamos y sitios de disposición de sobrantes con el fin de determinar los acarreos.

**Capítulo 5 MODELACION**

El trazado deberá ser realizado con software de diseño que permita realizar la visualización de planta, perfil y sección transversal de forma simultánea, así como que cada modificación que se realice en alguno de estos elementos se actualice en los otros dos.

El software deberá permitir realizar modelaciones 3D de forma rápida con el fin de verificar y validar los criterios planteados. Estas modelaciones deberán ser presentadas y entregadas al INVIAS durante el proceso de diseño. Deberá entregarse una modelación del diseño aprobado.

El consultor a partir del diseño deberá modelar o calcular las distancias de visibilidad, de tal manera que los sitios donde se presente este evento sean mínimos, en caso contrario debe el consultor proponer alternativas de solución como el doble carril de ascenso o el doble carril de adelantamiento, con miras a lograr que la operación de la vía sea expedita.

El consultor deberá realizar un análisis de consistencia del diseño utilizando los modelos aplicables al proyecto o utilizando el InteractiveHighway Safety DesignModel (IHSDM). Con los resultados obtenidos, el diseñador deberá realizar cambios en los elementos del diseño geométrico con el fin de mejorar o corregir los elementos que puedan poner en riesgo la seguridad de los usuarios.

A partir de la modelación anterior se deberá entregar un perfil de velocidades a lo largo del proyecto identificando las zonas donde se presenten cambios bruscos de velocidad. Se deberá tener en cuenta que

en Colombia las velocidades a las que circulan los usuarios son muy superiores a las velocidades de diseño.

**Capítulo 6 SEGURIDAD VIAL**

El Consultor deberá efectuar el estudio de seguridad vial de todo el corredor vial y/o en los puntos de posible conflicto para identificar riesgos, amenazas y vulnerabilidad de la operación de la vía existente. Estas condiciones pueden potencialmente afectar a los usuarios en todas sus categorías: conductores, pasajeros, peatones, y ciclistas, entre otros.

Como resultado de los análisis de seguridad, se identificarán los puntos críticos de la vía existente se definirá el tratamiento adecuado en términos, esquemas y protocolos precisos para disminuir los riesgos de accidentalidad vial, ya sea vehicular y/o peatonal y/o bici-usuarios, una vez el proyecto entre en operación y durante el curso de su vida útil, y recomendaciones para la siguiente etapa del proyecto.

**Capítulo 7 DISEÑO PRELIMAR DE SEÑALIZACION**

El consultor debe realizar un primer acercamiento al diseño de señalización, con base en el alineamiento vertical y horizontal, los puntos críticos, zonas especiales, zonas de conflicto y demás punto de interés que requieran un tratamiento particular. A través de esquemas típicos de señalización tomados directamente del Manual de Señalización Vial (Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas), el consultor debe plantear de manera general la señalización para el proyecto. El planteamiento debe permitir la cuantificación de la señalización necesaria. El diseño de señalización definitivo hará parte de la Etapa de Ingeniería de detalle.

**Capítulo 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los documentos oficiales que establecen las especificaciones del contenido de este volumen son los manuales técnicos publicados por la Entidad tales como: Manual de Diseño Geométrico de

Carreteras, Manual de Señalización Vial, Manual de Drenaje para Carreteras, etc.

El consultor deberá revisar y rediseñar los elementos que componen la sección transversal de la vía tales como: bombeo, peraltes, bermas, cunetas, bordillos, sobrearcos, etc., haciendo énfasis en la determinación de las cotas de los empalmes de estos elementos, para que su transición sea suave y uniforme de tal manera que no se causen sobresaltos que pongan en riesgo la seguridad de los vehículos que transitan por la carretera en estudio. En concordancia con lo anterior el diseñador debe buscar dar cumplimiento a las especificaciones de diseño del Manual de Diseño Geométrico INVIAS vigente a la fecha de elaboración de los Estudios y Diseños; en aquellos casos de no poder dar cumplimiento, debido al alcance del presente estudio para cada situación y/o tramo particular debe soportar de manera técnica y poner en conocimiento del grupo interventor de las limitantes encontradas, para esta forma obtener la aprobación por parte de Interventoría.

El Consultor debe formular las recomendaciones a tener en consideración durante la etapa de construcción.

Por lo general la operación vial, en distintos momentos y sitios, puede generar accidentes. El Estudio de Seguridad Vial y Señalización (que para el presente alcance es a nivel preliminar) deberá prevenir y mitigar la accidentalidad, que desde luego no depende exclusivamente de este aspecto. No obstante, la calidad y pertinencia técnica de la señalización en un proyecto vial, puede contribuir a la mitigación de los riesgos de accidentalidad y todas sus consecuencias para conductores, vehículos, peatones, y para la sociedad en general.

El objetivo final de estudio de seguridad vial es lograr que el proyecto que se estudia pueda registrar en el futuro un incremento en los indicadores de seguridad para el tránsito.

El Consultor debe formular las recomendaciones a tener en consideración durante la etapa de diseños definitivos.

**Capítulo 9. ANEXOS**

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

**a. PLANOS**

Se elaborarán los planos requeridos para el proyecto, y se deberán presentar mínimo los siguientes:

Ubicación Geográfica Del Proyecto: Se presentará un plano en donde se muestre la ubicación del proyecto respecto a la región y el contexto nacional, en Planchas de 1.0 X 0.7 m. y su respectivo archivo magnético en formato .dwg o compatible.

Reducido Del Proyecto: Se presentará los formatos a escala horizontal 1:10.000 y en vertical a escala 1:1000, con curvas de nivel cada cinco metros (5 m) y debe contener:

- **Reducido de la Planta**

- Distribución de planchas de localización del proyecto con su respectiva numeración (Esc. 1:10000).
- Abscisado cada 250 m.
- Referencia detallada de las abscisas de iniciación y terminación del proyecto.
- Localización con sus respectivos nombres de ríos y quebradas de importancia.
- Ubicación y nombre de accidentes geográficos, municipios y corregimientos que tengan comunicación con el proyecto.
- Orientación del proyecto (norte- sur)

- Esquema de la sección transversal típica

- **Reducido del Perfil**

- Perfil longitudinal del terreno
- Localización de puentes, pontones, muros y obras complementarias.
- Pendientes del proyecto
- Abscisado cada 250 m.
- Resumen de cantidades de obra cada 2 km

**b. PLANOS TOPOGRAFICOS**

- **Planos de Poligonal**

- Ubicación de Deltas-BMs
- Cuadro de Coordenadas y cotas corregidas de cada vértice.

- **Puntos Levantados**

- Representación de cada uno de los puntos levantados a lo largo del proyecto.

**c. PLANOS DE DISEÑO**

Se presentarán planos en los formatos planta- perfil o independiente planta y perfil de acuerdo a 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 (línea continua)
- Ancho de zona referencias BMs
- Escalas gráficas
- Elementos de curvaturas del proyecto, incluye coordenadas de los PR
- Localización de obras principales puentes, túneles, alcantarillas y muros proyectados.
- Abscisado cada 100 m con indicación del km dentro de un círculo
- Cuadro de especificaciones (Velocidad de diseño, TPD, Índice de clasificación, Calzada, Bermas, Corona, Separador, Pendientes máxima y mínima, Radios mínimos, Curvas verticales, Separador, Gálibos)
- Zonas de inestabilidad geotécnica

- Nombres de los ríos y quebradas, indicando sentido de las aguas
- Ubicación de sitios críticos

- **Perfil longitudinal**

- Escalas H 1:1000 V 1:100
- Perfil de terreno existente por el eje y la media banca superior e inferior
- Proyecto de rasante con indicación de pendientes
- Elementos de curvas verticales (abscisas, cotas de PIV y longitud)
- Localización de sondeos y sus correspondientes perfiles estratigráficos
- Localización de alcantarillas, pontones, puentes y muros proyectados
- Nombres de ríos y quebradas
- Muros de contención

- **Secciones Transversales Típicas**

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

- Ancho de calzada.
- Separador (si existe)
- Bermas.
- Pendientes transversales.
- Dimensiones de la cuneta respecto al borde de pavimento.
- Obras de urbanismo.

- **Secciones Transversales**

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

- Escalas horizontal y vertical 1:100.
- Se presentarán cada 20 metros.

Planos topográficos en planta y perfil de los sitios de ponteaderos, para obras de drenaje de luces mayores a cinco metros (5.0 m), a escalas horizontal y vertical 1:500.

### d. CARTERAS DEL PROYECTO Y DE REPLANTEO

Se deberá presentar los listados contenidos en el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVIAS; 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**

- Cartera de Alineamiento Horizontal.
- Cartera de Alineamiento Vertical
- Cartera de Rasantes y peraltes (Eje: Abscisa y Cota – Borde Izquierdo: Peralte, Distancia y Cota - Borde Derecho: Peralte, Distancia y Cota).
- Replanteo de la totalidad de la sección transversal.
- Cartera de Chaflán
- Cartera de Movimiento de Tierras.
- Análisis de Movimiento de Tierras.
- Listado de Análisis de visibilidad.

### c. Volumen III. ESTUDIO DE GEOLOGÍA

El volumen final de estudio de Geología deberá tener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. EXÁMEN DE LOS SITIOS DE PUENTES Y ALCANTARILLAS CAPÍTULO 3 ESTUDIO GEOLÓGICO DEL ALINEAMIENTO
Capítulo 3.1 Análisis y Descripción Tectónica
Capítulo 3.2 Geomorfológico Pragmática del Alineamiento
Capítulo 3.3 Hidrogeológico del Alineamiento
CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES
CAPÍTULO 5 INFORME GEOLÓGICO
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 7. ANEXOS

**Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

El objetivo del estudio de geología es la definición de las características geológicas del corredor seleccionado y/o tramo de corredor de interés y/o punto de atención, con objeto de definir el alineamiento más conveniente, presentar alternativas para los tramos de estabilidad crítica y cruces de corrientes de agua y recomendar los sitios apropiados de explotación de materiales de construcción y disposición de materiales sobrantes. El estudio debe permitir tener la información para adelantar la caracterización geológica

(tectónica, geomorfológica e hidrogeológica) y reconocer los principales problemas del corredor, a partir de cartografía geológica, técnicas geofísicas, y en caso de requerirse, perforaciones y excavaciones de ensayo que permitan definir los sistemas de investigación más apropiados para ser empleados en los estudios (Para garantizar una adecuada caracterización, el consultor deberá presentar un plan de exploración, basado en lo particular del sector y/o punto de interés, que permita tener los elementos suficientes para describir, clasificar, diagnosticar y así generar la propuesta de solución que se viable tanto ingenieril como económicamente. de manera acertada. Los estudios geológicos a nivel de diseño (Esc:>1:1000) para los túneles (si aplica), ponteaderos y sitios críticos se llevarán a cabo durante la etapa previa de la Construcción.

Para aquellos puntos críticos y/o zonas inestables a lo largo del corredor en estudio, es recomendable: incluir capítulo descriptivo de hidrogeología (reconocer y caracterizar las unidades hidrogeológicas, zonas de recarga, transferencia y confluencia con definición de red de flujo subterráneo), el cual debe relacionarse con el flujo de agua subterránea (estratos profundos de suelos) y superficial; no obstante, se deberá estimar la posición del nivel freático medio y su posible variabilidad en diferentes épocas del año. Se elaborarán mapas geológicos generales, semi- detallados y detallados en escalas >=1:10.000 y <=1:1000 (perfiles y columnas estratigráficas que permiten definir parámetros geotécnicos de estabilidad), realizando también un análisis geomorfológico para la evaluación de procesos y riesgos naturales, con mapeo de procesos morfo dinámicos antiguos y recientes de unidades a nivel de componentes y elementos geomorfológicos. Como insumo base para la realización del presente volumen se deben realizar trabajos de topografía, planimétricos y altimétricos (curvas de nivel menor o igual al metro), los cuales deben

permitir identificar las características y elementos físicos en el área de interés, para después graficar la forma de la zona de estudio en planimetría y altimetría, así como sus modificaciones representándose en escalas adecuadas, obteniendo, ubicación, áreas, distancias y pendientes entre otros. De manera preliminar se recopilará información de tipo secundaria (cartografía básica digital en lo posible), para de esta manera determinar el tipo de metodología para la captura de información en terreno, y garantizar la calidad deseada para el proyecto. El consultor debe iniciar con la recopilación de información secundaria disponible tanto la que cuenta el Servicio Geológico Colombiano, como la que pueda poseer los municipios, corporaciones regionales. Se deben identificar aquellas zonas que se puedan delimitar y que sean homogéneas en cuanto a sus características geotécnicas básicas (lo anterior denominado Unidades de Geología para Ingeniería UGI). El consultor debe realizar una identificación preliminar de las UGI de acuerdo a su origen, que se complementará con la descripción litológica para cada uno de sus capas o estratos. Las UGI antes identificadas deben delimitarse con base en la clasificación del terreno en unidades geomorfológicas, con el apoyo de la información de tipo secundaria. La caracterización de esta UGI debe incluir levantamiento en terreno de datos estratigráficos y datos que puedan incidir en el comportamiento mecánico de los materiales, litología y rasgos estructurales (unidades de roca, unidades de suelo); lo anterior complementado con sondeos exploratorios (básicos y/o detallados), ensayos de laboratorio (ensayos que permitan la caracterización de los materiales); esta campaña exploratoria deben estar ubicadas en zonas estratégicas de la zona de estudio, las cuales sean representativas del área en particular. Los resultados cartográficos que se obtengan o produzcan deberán estar referidos al sistema de coordenadas Magna

Sirgas, al igual se deben dejar referencias para poder previo a la implementación de las soluciones planteadas, realizar el monitoreo periódico de la zona. La estructura geológica adoptada para el diseño se debe mostrar en las secciones seleccionadas para el análisis. Se debe generar un mapa de geología para ingeniería el cual "muestre información sobre la distribución y propiedades físicas y mecánicas de las rocas y los suelos, el agua subterránea, las características del relieve y los procesos geodinámicas actuales, que son considerados los componentes básicos del ambiente geológico, de suma importancia en estudios de geología aplicada a la ingeniería" – Ref.: GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA). Esta guía es aplicable
tanto para puntos críticos independientes, como para zonas y/o tramos del corredor.

En aquellas zonas en las cuales se requiera el reemplazo y/o nuevos puentes, se deben atender los lineamientos establecidos en el ANEXO 01 "Recomendaciones Geología para Puentes", el cual hace parte integral del presente documento.

## Capítulo 2. EXÁMEN DE LOS SITIOS DE PUENTES Y ALCANTARILLAS

El geólogo hará el estudio geológico a escala mayor a 1:2.000 (y/o la indicada en el anexo 01) de los sitios de puentes, corrientes y alcantarillas importantes previstas. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, patrones de afloramiento, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características geológicas. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado realizado. La resistencia de suelos y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica descrito por Marinos et al. (2005).

Se realizarán los apiques y trincheras necesarios para describir los suelos y la meteorización de las rocas. Como técnica de comprobación y/o exploración se realizarán sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar y perforaciones corazonadas, que servirán, en algunos lugares, para amplia investigación del subsuelo.

Se hará mapeo de los contornos estructurales con descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones. Los cortes geológicos verticales, a escalas mayores a 1:2.000 integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

### a. 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 INVIAS vigentes a la fecha de los diseños.

## Capítulo 3. ESTUDIO GEOLÓGICO DEL ALINEAMIENTO

El geólogo hará el estudio geológico a escala 1:5.000 de una franja de cuatro km de ancho (o el ancho de franja que las condiciones particulares de la zona así lo ameriten) centrada sobre el alineamiento, mediante fotogeología de gran escala y exploración geológica de campo. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, sobre mapas topográficos a escala 1:1.000 con curvas de nivel cada 1 m, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, posición estructural, patrones de afloramiento, tectónica (Estructuras geológicas antiguas y recientes relacionadas con plegamiento, discordancias y fallas), orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado. La resistencia de los suelos mediante pruebas insitu y ensayos de laboratorio) y en las rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica. Si se requiere, se harán apiques y trincheras, algunos sondeos eléctricos verticales, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar, y perforaciones corazonadas, para investigar el subsuelo en algunos lugares.

Se harán las descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca. Los cortes geológicos necesarios, longitudinales y transversales al alineamiento, a escala >1:5.000, integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

Igualmente, se deberán localizar y analizar las condiciones geológicas para las zonas de disposición de materiales sobrantes, y presentar un plano de semidetalle (escala 1:10.000), para cada zona de disposición de sobrantes con la geología de la zona.

Posteriormente se prepararán mapas geotécnicos en unidades homogéneas de terreno a escala >1:5.000.

Se deberá adelantar visita a los sitios más relevantes identificados en la fotointerpretación y visita e identificación en campo de las zonas de disposición de sobrantes.

Para los puntos críticos y zonas inestables del corredor es recomendable: El geólogo hará el estudio geológico a escala 1:2.000 de una franja m de ancho que permita obtener la información necesaria, centrada sobre el alineamiento, mediante fotogeología y exploración geológica de campo. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, sobre mapas topográficos a escala 1:1.000 con curvas de nivel cada, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, contornos estructurales, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado. La resistencia de los suelos se determinará mediante ensayos insitu y y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica. (IRG) y con base en el mapa geológico , se harán apiques y trincheras, algunos sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar, y perforaciones corazonadas, para investigar el subsuelo en algunos lugares. Se harán las descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca. Los cortes geológicos necesarios, longitudinales y transversales al alineamiento, a escala 1:2.000, integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios

geofísicos y las perforaciones. Para el presente caso se debe hacer un inventario de movimiento en masa en la zona de interés (activos e inactivos). Como producto también se requiere a la escala indicada un mapa de unidades a nivel de elementos geomorfológico en la zona directa de afectación para ser insumo de las diferentes áreas para realizar los diseños a nivel de Fase II – Avanzada de la solución requerida (obras de contención y/o viaductos y/o obras de alternativas de solución, etc.…). Posteriormente se determinan las unidades geotécnicas homogéneas (mapas de unidades geotécnicas homogéneas), que se obtiene a partir de la sobreposición del mapa de UGI y mapa de elementos geomorfológicos, los que fueron objeto de ajuste a través de la exploración geotécnica y sus respectivos ensayos de laboratorio.

### b. 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 INVIAS vigentes a la fecha de los diseños.

## Capítulo 4. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES

Este capítulo se refiere a la localización, caracterización, 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.

### a. Información Básica

Se harán mapas geológicos a escala >1:2.000 de cada fuente potencial de materiales de construcción. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades lito estratigráficas, patrones de afloramiento, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, y resistencia de los suelos y rocas. La localización de las

estaciones geológicas se realizará con las coordenadas Magna-Sirgas del levantamiento topográfico detallado del proyecto.

La resistencia de suelos mediante pruebas insitu y ensayos de laboratorio) y en las rocas se determinará mediante diversos métodos como el RMR propuesto por Bieniaswski, (SMR) propuesto por romana, Resistencia Geológica (IRG) propuesto por Hoek Brown o el valor de Q de Vartón.

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.

### b. Cálculo de Recursos y Reservas

Se denomina recurso de materiales de construcción 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 muestras 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 geológico y cortes geológicos verticales en serie.

### c. 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 INVIAS vigentes a la fecha de los diseños, incluyendo el estudio químico (solo si es necesario) y petrográfico de secciones delgadas con el fin detectar la presencia de compuestos que pudieran atentar contra la durabilidad y buen comportamiento de los materiales como parte de la estructura del pavimento.

### d. Informe de Fuentes de Materiales

El informe de Fuentes de Materiales debe resumir toda la información generada por el estudio de cada una de las fuentes potenciales para la construcción de la carretera.

Se deberá adelantar visita e identificación en campo de todas las fuentes de materiales identificadas para el proyecto.

## Capítulo 5. INFORME GEOLÓGICO

El informe geológico comprende los siguientes capítulos:

I. Introducción: Propósito y alcance; Información Existente; Método de Trabajo.
II. Geología de la Faja de Alineamiento: Unidades Geológicas; Historia Geológica; Estratigrafía; Composición y Textura de las Unidades de Roca; Estructuras; Sismicidad; Zonas de Falla; Meteorización; Suelos; Erosión y Drenaje, perfiles, análisis de interpretación geofísica (Sondeos eléctricos verticales, tomografías eléctricas, perfiles sísmicos, gravimétricos etc), y correlaciones
III. Análisis y descripción tectónica, trazado y localización de estructuras tectónicas pliegues fallas y discordancias
IV. Geomorfología pragmática: Fotointerpretación (fotografía de gran escala), Mapa Geomorfológico de detalle específico (componentes y elementos geomorfológicos), pendientes, inventario de fenómenos de remoción en masa drenaje y cortes geomorfológicos.
V. Hidrogeología: Caracterización de unidades hidrogeológicas, inventario y localización en planos de fuentes, nacederos y pozos profundos, red de flujo subterráneo, estimacion de la posición del nivel freático medio y su variabilidad en un año típico a diferentes escalas (Semi detalle y detalle), identificación de zonas de recarga, transferencia y confluencia
VI. Geología Para Ingeniería: mapa de unidades Homogéneas (Unidades de geología par la ingeniería -UGI-, unidades geotécnicas homogéneas -UGH-); Fenómenos de Inestabilidad; Resistencia Geológica; Puntos Críticos; Ponteaderos; Túneles; Sitios de Puentes Corrientes y Alcantarillas; Fuentes de Materiales de Construcción; Trabajabilidad; Botaderos; Cantidades de Obra.
VII. Recomendaciones

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados para investigar el subsuelo, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

## Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El consultor presentará en este capítulo, en forma clara y precisa, los resultados del estudio geológico realizado, así como las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los aspectos tratados.

## Capítulo 7. ANEXOS

- Mapa de Localización del Proyecto, Escala 1:10.000
- Mapas geológicos escalas >1:10000
- Cortes Geológicos Generales, todas las escalas de presentación uno por plano
- Mapa geomorfológico escala >1:5000
- Cortes geomorfológicos todas las escalas, uno por plano
- Mapa hidrogeológico escala 1:5000

- Red de flujo subterránea
- Registro de Apiques y Trincheras en cada Alineamiento
- Registro de Sondeos Eléctricos, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georadar en cada Alineamiento
- Registro de Perforaciones en cada Alineamiento
- Mapas Geotécnicos de Unidades Homogéneas de Terreno, Escalas > 1:5,000
- Registro de Apiques y Trincheras de Puentes Corrientes y Alcantarillas.
- Registro de Sondeos Eléctricos Verticales, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georadar, en Puentes Corrientes y Alcantarillas.
- Registro de Perforaciones, en Puentes Corrientes y Alcantarillas.
- Mapa de Fuentes de Materiales y Sitios de disposición de sobrantes de cada Alineamiento. Escala 1:10.000

### d. Volumen IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS.

El Informe Final sobre los estudios de suelos para el predimensionamiento de fundaciones de puentes y otras estructuras de contención deberá contener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. RECOPILACION DE INFORMACION
CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO
CAPITULO 4. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO
CAPITULO 5. ANÁLISIS SOCAVACION
CAPITULO 6. ANÁLISIS GEOTÉCNICO
CAPITULO 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS
CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 9. ANEXOS

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

Comprende la realización de la exploración y caracterización de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras a lo largo del trazado, de tal manera que permitan obtener información mediante ensayos y correlaciones para estimar las principales variables del diseño de cada una de las respectivas obras.

### b. ALCANCES

Ejecutar mediante sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas.

Las exploraciones que se lleven a cabo deberán definir en los estratos conformados por el suelo: Espesor de los estratos, clasificación e identificación de los suelos, propiedades de ingeniería pertinentes (resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad).

Para garantizar una adecuada caracterización, el consultor deberá presentar un plan de exploración, basado en lo particular del sector y/o punto de interés, que permita tener los elementos suficientes para describir, clasificar, diagnosticar y así generar la propuesta de solución que se viable tanto ingenieril como económicamente

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio es recomendable: con base en la caracterización general obtenida, los ensayos y tomas de muestras in situ (sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas - instrumentación), el consultor deberá realizar un diagnóstico, reconocimiento y clasificación del movimiento en masa y el mecanismo de falla que intervino en este; en donde a su vez se realice una descripción precisa de

los materiales que hace parte del movimiento. Dado que uno de los productos del capítulo de Geología para los puntos críticos y/o zonas inestables es la determinación de las unidades geotécnicas homogéneas, se debe para cada unidad establecer un modelo geológico – geotécnico. Los parámetros geotécnicos se obtienen a través de sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, definiendo los estratos conformados del suelo, en sentido de espesor, clasificación, identificación, para de esta forma determinar las propiedades de ingeniería que el consultor considere pertinente (entre otros: resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad), así como también permitirán determinar los parámetros geotécnicos. En este volumen para los puntos críticos y/o zonas inestables también se debe realizar una zonificación básica de amenaza (si es que existe en la zona de estudio), con la información de tipo secundaria (cartografía básica y/o modelo digital del terreno y/o sensores remotos, registros de lluvias, registros de sismos) y primaria (perfiles topográficos), teniendo presente factores como cobertura y uso del suelo, unidades de geología para ingeniería UGI, geomorfología, exploración, el consultor puede realizar la respectiva modelación para la determinación de la zonificación de la amenaza, y a su vez plantear la solución ingenieril para la zona de interés. Los estudios en campo y posterior análisis también serán insumo para definir y entregar los diseños de cimentación para las diferentes alternativas de solución, así como las obras de contención y/o estabilización de taludes y/o complementarias a la propuesta de diseño (trabajo conjunto con el área de estructuras – el diseño estructural). Las obras propuestas no deben ser vulnerables ante la posible condición de inestabilidad de la zona de estudio.

**Nota: LOS DISEÑOS DE CIMENTACIÓN DEBEN LLEGAR HASTA LA OBTENCIÓN DE DESPIECES TIPO.**

**Capítulo 2. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

La información preliminar que debe recopilarse hace referencia a: Topografía y Diseño Geométrico, Geología, Hidráulica, Hidrología, Estructuras, Planos, y todo lo que se considere se debe incluir como estudios anteriores.

Apoyado en la visita de campo y con la información disponible, se hará una descripción general del proyecto desde el punto de vista geométrico, morfológico, incluyendo requerimientos estructurales de cada una de las estructuras proyectadas.

## Capítulo 3. TRABAJOS DE CAMPO

Incluye todo lo relacionado con la descripción de la técnica de exploración realizada (sondeos, perforaciones, sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas), su localización y abscisado, cotas y coordenadas, número y profundidad.

Se deberá elaborar y desarrollar una campaña geotécnica preliminar para determinar los criterios geotécnicos necesarios para el pre-dimensionamiento de los elementos de cimentación de las estructuras proyectadas, la cual podrá incluir un sondeo por estructura, atendiendo las recomendaciones del estudio geológico y previamente acordado con la interventoría. Esta información podrá ser complementada con exploración geofísica para la obtención de información mediante ensayos o correlaciones.

En cada investigación se deberán realizar ensayos de penetración estándar (SPT) cada 1.50 m de profundidad y donde la consistencia de los materiales lo permitan se recuperarán muestras inalteradas para la determinación de los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo.

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados para investigar el subsuelo, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

## Capítulo 4. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

Para determinar las características del subsuelo el Consultor deberá tener en cuenta la descripción geológica del sitio del proyecto indicando los tipos de rocas predominantes y su disposición estructural. Adicionalmente se deberá realizar un programa de ensayos de laboratorio que deberá contemplar como mínimo los siguientes ensayos: Granulometría, Límites de Atterberg, humedad natural y de resistencia y deformación a lo largo del perfil del suelo entre otros.

Igualmente, se realizarán los ensayos necesarios para conocer la resistencia y deformación o compresibilidad del suelo de fundación, anexando los resultados de resistencia de la roca (compresión simple) cuando se vaya a apoyar la cimentación en ella.

La investigación de laboratorio abarcará todos los ensayos y clasificación necesarios para identificar adecuadamente las condiciones del subsuelo; los ensayos se deberán realizar de acuerdo con las normas

vigentes del Instituto Nacional de Vías y, para las pruebas no contempladas por ellas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este orden.

Dentro de los resultados de laboratorio debe haber una suficiente caracterización del subsuelo, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

(Los formatos en los cuales se consigne la información de los ensayos de laboratorio, deberán contar con la firma de respaldo del profesional y/o tecnólogo competente para tal fin debidamente acreditado con matrícula profesional y/o registro).

**a. Perfil Estratigráfico**

Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema de clasificación de suelos (USC) (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.

**b. Condiciones Especiales del Subsuelo**

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo de fundación, tales como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles de licuefacción o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la estructura, se indicará su ubicación y se proporcionarán recomendaciones sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular.

Igualmente, se estimarán las condiciones requeridas para garantizar las excavaciones temporales y permanentes para la implantación de la estructura proyectada, y se predimensionarán las obras de contención que se requieran para tal fin.

## Capítulo 5. ANALISIS DE SOCAVACION

En el caso de que se requiera este tipo de análisis, deben resumirse los resultados de los estudios hidráulicos, hidrológicos y de socavación contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local del cauce en el sitio de ponteadero, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuentan para definir el sistema de cimentación y su profundidad.

## Capítulo 6. ANÁLISIS GEOTECNICO

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

Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el

predimensionamiento de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural y los criterios geotécnicos establecidos a partir de un plan de exploración geotécnico.

**Capítulo 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS**

El Consultor recomendará obras complementarias que sean requeridas para el adecuado funcionamiento de la estructura proyectada, en las cuales deberá incluirse su predimensionamiento y planos requeridos.

**Capítulo 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se presentará en forma sucinta, las características físicas del subsuelo y los parámetros de resistencia al corte y deformación utilizados en el predimensionamiento de los elementos de cimentación, al igual que los resultados alcanzados en el estudio referentes a: tipo, profundidad y cota de cimentación, dimensiones y número de elementos, valor de la capacidad portante y parámetros de deformación vertical y horizontal, entre otros.

La consultoría deberá generar las recomendaciones para un posible monitoreo a través de instrumentación en cada uno de los puntos objeto de estudio.

Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

**Capítulo 9. ANEXOS**.

El consultor estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, así mismo, entregará el mapa de localización del proyecto, registro de la exploración en el terreno y ubicación en plano, resultados

de ensayos de laboratorio in situ, planos topográficos, geológicos (en planta y perfil) escala 1:1000, y de obras (en planta y perfil) escala 1:500, fotografías del sitio en estudio.

Se hará entrega de toda la 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.

**e. Volumen V ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.**

El Informe Final sobre los estudios para la estabilidad y estabilización de taludes debe considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO
CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO
CAPITULO 4. DIAGNOSTICO GEOTECNICO
CAPITULO 5. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 7. ANEXOS

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

Se pretende en este capítulo con base en los estudios geológicos y geotécnicos establecer las condiciones1 geo mecánicas de los suelos-rocas y generar el análisis de estabilidad, para de esta manera clasificar y caracterizar los movimientos, desarrollando medidas correctivas y/o prevención y/o control y/o estabilización, y así disminuir la condición de riesgo a en la zona (s) y/o punto de atención particular de riesgo a deslizamiento, bien sea para condiciones actuales y/o para aquellas que se deriven por la implantación del presente proyecto de diseño. El presente volumen debe pasar por el estudios geológico y geotécnico, diseño conceptual para atender la condición según sus limitaciones2, diseños geológico y geotécnico detallado, prediseño de alternativas3 de estabilización (Las obras propuestas no deben ser vulnerables ante la posible condición de inestabilidad de la zona de estudio), las cuales deben ser puestas a consideración de interventoría, para la elección de las favorable para el proyecto

1. Dentro del análisis inicial se deben tener en cuenta antecedentes antrópicos y/o naturales, para generar una adecuada investigación de los deslizamientos.
2. Dentro de las limitaciones se puede considerar el acceso a materiales bien sea por su costo o por la consecución de los mismos, es por eso que de conformidad con lo establecido en el artículo 173 de la Ley 1955 de 2019, pueden aplicarse NUEVAS TECNOLOGÍAS.
3. Las soluciones que el consultor plantee debe ser integrales y suficientes, involucrando en donde así se requiera propuesta de estabilización, obras de drenaje y subdrenaje, estructuras de contención, estructuras ancladas, pernos clavos, micropilotes, refuerzos, estructuras enterradas entre otras sin “limitarse” a las aquí mencionadas. Las soluciones integrales requieren el aporte y trabajo de otras áreas del proyecto.

### b. ALCANCES

Con base en los resultados del estudio de geología se deberá:

- Establecer de manera general las características geomecánicas de los suelos y rocas para la definición de los taludes de corte, terraplenes y zonas de disposición de sobrantes.

- Plantear tipologías de propuestas de solución y atención de las zonas inestables, recomendando para cada sitio crítico, las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el periodo de diseño de la vía.

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio se plantean recomendaciones ANEXO 02 “ESTUDIO GEOTÈCNICO PTOS CRITICOS Y/O ZONAS INESTABLES EXISTENTES”. Es importante que para aquellos casos en los cuales se requieran cortes en ladera que involucren una posible inestabilidad por la implantación de nuevas estructuras, se debe realizar la tipología de propuesta de solución correspondiente.

## Capítulo 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO

### a. LOCALIZACION

El consultor deberá definir la localización de la zona en estudio y anexar un esquema de su ubicación, así como recopilar la información relacionada con los antecedentes que considere apropiados para adquirir un conocimiento global de las condiciones actuales del corredor y de problemas de estabilidad en el sector de estudio.

### b. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Apoyados en la visita de campo y la información disponible, se hará una descripción general del corredor y de su zona de influencia.

## Capítulo 3. TRABAJOS DE CAMPO

Se deberá elaborar y desarrollar una campaña geotécnica preliminar para determinar de manera general los criterios geotécnicos y las condiciones de estabilidad de las laderas existentes, sitios críticos, geometría de los taludes de corte y terraplenes, y las condiciones geotécnicas de las zonas de disposición de sobrantes. La exploración geotécnica deberá ser previamente aprobada por la interventoría, atendiendo las recomendaciones del estudio geológico y acorde a la definición de las zonas homogéneas, y podrá desarrollarse a través de sondeos, perforaciones y complementada con exploración geofísica para la obtención de información mediante ensayos o correlaciones.

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados en el estudio de suelos, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

(Los formatos en los cuales se consigne la información de los ensayos de laboratorio, deberán contar con la firma de respaldo del profesional y/o tecnólogo competente para tal fin debidamente acreditado con matrícula profesional y/o registro).

## Capítulo 4. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO

Con base en el estudio geológico y teniendo en cuenta aspectos como pendientes del terreno, hidrología, cobertura vegetal, uso del suelo, etc. se determinarán zonas homogéneas que permitan definir modelos geológicos –geotécnicos a lo largo del corredor, y las condiciones generales de las zonas de disposición de sobrantes.

Para tal efecto serán necesarias visitas técnicas del geólogo y del geotecnista al proyecto, en las cuales se identificarán y corroborarán los resultados del estudio geológico, las condiciones de estabilidad de las laderas y el comportamiento de las mismas.

## Capítulo 5. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES

Para cada zona homogénea se definirá la inclinación de los taludes, el ancho de las bermas y la altura de las mismas con las cuales se tienen factores de seguridad apropiados contra el deslizamiento. La definición de los parámetros para los análisis de estabilidad estará basada en la información existente, la geología y las condiciones de las laderas naturales, para tal efecto se podrá emplear la técnica del retro-cálculo. Igualmente se deberán definir las obras adicionales requeridas tales como zanjas de coronación, cunetas, filtros, drenes horizontales, etc. y las obras de contención como muros, anclajes, pernos etc. con los cuales se tendrá la estabilidad deseada, para poder tener unas cantidades de obra aproximadas.

Las zonas de disposición de sobrantes establecidas en el estudio geológico requieren del análisis geotécnico que permita garantizar su utilización y limitar su altura.

Es necesario presentar un plano general (escala 1:10.000) con la localización de todas las zonas de disposición de sobrantes con su distancia al proyecto y el volumen estimado de cada una de ellas.

## Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se deberá concluir acerca de los criterios establecidos y los resultados obtenidos para la estabilidad de los cortes, terraplenes y zonas de disposición de sobrantes.

## Capítulo 7. ANEXOS

- Informes de las visitas técnicas conjuntas del geólogo y geotecnista
- Planos generales de localización
- Plano geológico del corredor (Escala 1:10.000)
- Plano geomorfológico del corredor (Escala 1:10.000)
- Plano de localización de zonas de disposición de sobrantes (1:10.000)
- Plano de cada zona de disposición de sobrantes (Escala 1:10.000)

### f. Volumen VI. ESTUDIO GEOTECNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO

El informe final sobre el estudio geotécnico y diseño de pavimentos deberá considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA
CAPITULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE
CAPITULO 4. TRABAJOS DE CAMPO
CAPITULO 5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
CAPITULO 6. ESTUDIO DE FUENTE DE MATERIALES
CAPITULO 7. ESTUDIO DE TRANSITO
CAPITULO 8. DISEÑO DEL PAVIMENTO
CAPITULO 9. SECCIONES TRANSVERSALES
CAPITULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 11. ANEXOS

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

El estudio a desarrollar debe permitir identificar, analizar y evaluar mediante guías, ensayos y metodologías, los requerimientos necesarios para determinar los diseños de estructuras de pavimentos nuevos, de manera que en una fase posterior definitiva se permita revisar, actualizar y complementar esta área técnica, con trabajos de campo y análisis de ingeniería adicionales, para ajustar el diseño estructural en su fase final, para establecer los espesores de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento de cada uno de los tramos en que se divida el proyecto, según sean sus características homogéneas. Se busca el empleo al “máximo” de la plataforma existente, disminuyendo zonas de corte, por lo cual se requiere un trabajo conjunto entre las áreas de diseño geométrico y pavimento para tal fin, para la optimización del diseño.

### b. ALCANCES

En este documento se deben tomar en cuenta los resultados de los trabajos de campo relativos al estudio de suelos, con sus respectivos ensayos de laboratorio de soporte para la caracterización de la subrasante, así como el cálculo de los ejes equivalentes cuyo insumo debe suministrarlo el estudio de tránsito (Volumen 1), condiciones climáticas y/o ambientales para la evaluación estructural del pavimento. Igualmente, los procesamientos de datos, análisis de ingeniería y resultados para evaluar los parámetros requeridos para el diseño de las alternativas más aplicables de estructuras de pavimento conforme a la localización, condiciones del proyecto y fuentes de materiales. Lo anterior, implica como mínimo desarrollar actividades

así, sin perjuicio de realizar otras actividades adicionales que puedan requerirse según sea las condiciones del proyecto y el criterio del consultor:

i. Identificar y caracterizar mediante técnicas de exploración y muestreo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del proyecto. Para tal efecto, se debe determinar y caracterizar mediante ensayos de laboratorio las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los suelos (modulo dinámico) representativos de la subrasante y con base en los resultados sectorizar el corredor de estudio en tramos homogéneos, siguiendo el método de diferencias acumuladas de AASHTO u otro similar. Todo lo anterior orientado a establecer los sectores para optimizar el diseño de la estructura del pavimento.

ii. De esta manera, el estudio de Suelos para Diseño de Pavimentos, debe tener como alcance fundamental la definición de las Unidades Típicas de Diseño, partiendo de las características de los suelos, la geomorfología y de drenaje del tramo en análisis para la selección de las alternativas de pavimento más adecuadas al tipo de corredor que atraviesa la carretera, realizando por lo tanto, una sectorización del proyecto en unidades que resulten razonablemente homogéneas desde el punto de vista de los materiales constitutivos de la subrasante, las condiciones topográficas, climáticas y de drenaje.

iii. Apoyados en la información geológica geotécnica del proyecto, las condiciones del corredor, la disponibilidad de fuente de materiales de la zona y los ensayos de laboratorio, complementados con información secundaria de los proveedores de materiales que preferiblemente posean licencias de explotación y/o producción, así como de proyectos desarrollados en la zona; presentar una caracterización geotécnica de los materiales aptos para la obra, que constituirán la estructura de pavimento, en especial materiales de rodadura, capas granulares, capas estabilizadas, según sea el caso.

iv. Fundamentados en el estudio contenido en el volumen de tránsito, incluir los trabajos de campo y análisis de Ingeniería realizados para obtener el tránsito promedio diario (TPD) por tipo de vehículo para determinar el tránsito existente, el tránsito atraído y el tránsito generado, así como la proyección de este para el período de diseño establecido.

v. El periodo de diseño será el que se estime según el manual de diseño estructural de pavimento correspondiente o el que determine la entidad en los pliegos de condiciones, con éste se calculará el número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas por el carril de diseño, que permita conformar una estructura cómoda, funcional, segura, económica y que cumpla técnicamente con la normativa vigente y el tiempo de servicio.

vi. En este volumen se presentarán diferentes alternativas de diseño de pavimentos y se identificarán las posibles fuentes de material, tanto en la zona de influencia directa como indirecta, caracterizando, cubicando y clasificando dicho material. Se debe proponer la posibilidad del

aprovechamiento dentro de la solución que se plantee, del material que se encuentra in situ; para tal fin se realizará un trabajo denso de investigación, combinado con los ensayos de laboratorio necesarios y suficientes (incluidos tramos de prueba si se contemplan en el proyecto), para establecer dentro del proyecto una alternativa que contemple esta opción. Por otra parte, si se considera técnicamente adecuado de acuerdo con la disponibilidad de materiales de la zona, se presentarán alternativas que contemplen estabilizaciones, ya sea mecánica con adición de material importado u otro tipo de estabilización, como por ejemplo utilizando cal, cemento o asfalto o estabilizaciones alternativas las cuales deben ser objeto de un estudio técnico completo, con muestreo representativo y realizando el diseño de mezclas en el laboratorio. Estas nuevas propuestas deben ser ambientalmente sostenible Consecuentemente se deben hacer las evaluaciones económicas, para establecer el beneficio costo de las alternativas presentadas, con relación a las del tipo convencional. Por otra parte, se deben realizar las caracterizaciones de las fuentes de material existentes y de posible explotación. Como recomendaciones generales para las posibles nuevas alternativas se cuenta con el ANEXO 05 RECOMENDACIONES DE MATERIALES ALTERNATIVOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS QUE CONFORMARÁN CAPAS DE PAVIMENTO EN VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO. La implementación de nuevas alternativas debe ir relacionado con las posibles limitaciones de intervención en la zona, cualquiera que esta sea.

Lo anterior, debe permitir, a nivel del diseño, determinar los espesores y materiales más apropiados que pueden ser colocados de acuerdo con las condiciones del proyecto y que harán parte de la estructura de pavimento, recomendando las zonas de extracción y sitios para disposición de materiales sobrantes de los materiales durante la construcción.

## Capítulo 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

El Consultor debe generar al comienzo de los trabajos una metodología particular basada en este documento y del todo aplicable a las condiciones específicas del proyecto, realizando precisiones de carácter técnico en el diseño tales como: métodos de diseño a emplear, parámetros de diseño, información de entrada y salida y/o interpretación de resultados, entregables, etc., la cual debe ser aprobada por la Interventoría.

Este documento aprobado será la carta de navegación en el proceso, para disminuir las discusiones técnicas durante el diseño y permitirá mantener la integralidad de la información de insumos y salidas parciales entre especialistas.

## 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, geotecnia y fuentes de materiales, drenaje y sub- drenaje, tránsito, carga, factores ambientales, diseño de mezclas, y diseño de pavimentos.

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

## Capítulo 4. TRABAJOS DE CAMPO

### c. Exploración Geotécnica

Deberá contener una descripción de la organización de los trabajos de campo, así como sus características principales, en relación con la investigación de las características de los suelos, tales como: tipo de exploración (manual o mecánica), su localización (indicando sus coordenadas y ubicación en plano) y su profundidad que deberá ser entre 1:50 m y 2.00 m., por debajo del nivel de rasante existente o natural en el caso de ser terraplén o dependiendo del análisis que se realice del estado actual de la vía que se va a intervenir.

En caso de calzadas deprimidas se deberá garantizar una profundidad de auscultación de mínimo 1.50 metros por debajo de la rasante proyectada en el diseño geométrico.

Las investigaciones de campo incluyen la planeación, localización, ejecución de perforaciones y/o apiques y toma de muestras para ensayos.

El muestreo deberá ser sistemático y su plan deberá ser puesto a consideración y aprobación de la Interventoría. Se deben utilizar los procedimientos normalizados para la identificación y clasificación de las muestras previamente a su envío al laboratorio.

En todo caso, la separación entre perforaciones y apiques, será controlada por el tipo y perfil de los suelos que se vayan encontrando, tomando además como referencia la información obtenida durante la ejecución de los trabajos de campo de los estudios anteriores. Por lo tanto, se deberá precisar su posición estableciendo un patrón de espaciamiento normalizado de 500 m, buscando además que su ubicación coincida en lo posible con los sitios donde se garantice que la subrasante se encuentre a profundidades que puedan ser alcanzadas durante la ejecución de la exploración. Cuando se detectan variaciones significativas entre perforaciones consecutivas, se deberán realizar adicionales en puntos intermedios entre estas.

Los objetivos del muestreo incluyen: determinación de los espesores de los diversos estratos, obtención del material para los ensayos requeridos de laboratorio. Así mismo, eventualmente, la ejecución de ensayos “in

situ", como por ejemplo reflectometría como herramienta para la determinación de zonas homogéneas.

El número y tamaño de las muestras permitirá determinar la clasificación de suelos, y realizar los ensayos de resistencia y demás pruebas que sean necesarias de acuerdo con las características del proyecto. Antes de completarse la investigación de campo, se debe haber desarrollado e integrado por parte del consultor un programa de ensayos de laboratorio, con el fin de que el número y tamaño de las muestras tomadas sean representativas de los suelos existentes a lo largo del corredor en estudio, y el cual deberá ser aprobado por la interventoría.

En el programa de ensayos debe estar contemplado como mínimo ensayos de humedad natural, límites líquidos y plásticos, límites de contracción, granulometrías con lavado sobre tamiz No. 200, expansión libre. Igualmente, módulo resiliente o ensayos de reflectometría que permitan por retro- cálculo conocer su valor.

Todos los apiques, perforaciones, trincheras, brechas o cualquier otra que permita la identificación y caracterización mecánica del suelo deberá ser georreferenciada según los criterios expuestos en el Capítulo de Diseño Geométrico y junto a los resultados de laboratorio deberán ser remitidos al INVIAS para efecto de generar un Sistema de Información Geográfica.

## Capítulo 5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

### a. Resultados de Ensayos de Laboratorio

La investigación de laboratorio abarca todos los ensayos y clasificación necesarios para identificar adecuadamente las condiciones del suelo a lo largo del corredor del proyecto. Los ensayos se deberán realizar de acuerdo con las normas vigentes de ensayo de materiales que se encuentren vigentes en el Instituto Nacional de Vías y, para las pruebas no contempladas por ellas, se aplicarán los estándares de ASTM e ICONTEC, en este orden.

Dentro de los resultados de laboratorio debe haber una caracterización de la subrasante, así como también, de los materiales granulares nuevos, materiales de rodadura, materiales propuestos para estabilizaciones, diseños de mezclas, fórmulas de trabajo, etc., de acuerdo con la naturaleza del proyecto y tipo de pavimento que se proponga en las alternativas analizadas por el Consultor.

### b. Perfiles Estratigráficos

Obtenida la clasificación, se deberá elaborar un perfil detallado de los suelos de subrasante a lo largo del proyecto, a partir del cual se definirán unidades homogéneas de diseño. Una unidad homogénea de diseño es un tramo de vía en la cual las características geológicas y de drenaje natural, las condiciones climáticas y topográficas presentan una razonable uniformidad y la exploración geotécnica permite establecer la predominancia de suelos que controlarán el diseño del pavimento. De igual manera, la unidad requiere uniformidad en tránsito de diseño y en parámetros estructurales como módulo resiliente de la subrasante.

La tramificación debe obedecer a un coeficiente de variación menor a 0.4 con respecto al parámetro escogido para sectorizar.

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.

La información anterior, así como la descripción detallada de cada suelo, se condensará en perfiles estratigráficos por apique o sondeo, con una descripción clara de los suelos encontrados, mencionando temas como presencias de sobretamaños, 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. Debe haber un registro fotográfico por perforación en el cual se pueda observar fecha, muestras, localización, numero de apique o perforación. Se debe incluir una localización de la exploración geotécnica georreferenciada con coordenadas como se mencionó antes.

## Capítulo 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES

A partir de la información de geología, 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, estabilizaciones y otros usos y al acopio de información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes.

Se deberán realizar las excavaciones 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 la bondad de los materiales para los diversos usos, teniendo en cuenta las especificaciones generales y particulares de construcción de materiales aplicables al proyecto.

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 preliminar de volúmenes aprovechables y métodos de explotación.

Se deberá incluir un esquema de localización georreferenciada de las fuentes, así como esquemas individuales para las finalmente recomendadas, en los cuales se indiquen claramente los accesos, con 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.

Se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción del INVÍAS que se encuentren vigentes, a la fecha, de ejecución del estudio. Así mismo, aplicar los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigente según el uso que se pretenda dar a los materiales de las diferentes fuentes. Si la calidad, cantidad, disponibilidad o costo de los materiales de las fuentes disponibles no permite la construcción de subbases y bases convencionales, se deberán estudiar alternativas de estabilización de los materiales disponibles, empleando estabilizaciones del tipo mecánico, ó con cemento ó con cal ó con cualquier otro que sea aplicable, presentando los cálculos y resultados de los diseños de mezclas respectivos.

Para el caso de tratamientos superficiales, mezclas asfálticas, asfaltitas 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.

**a. Trabajos de Campo**

Los trabajos de campo comprenden las actividades de exploración, localización y accesos a las fuentes de materiales.

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

Igualmente, deberá presentarse un esquema de localización indicando los accesos y el estado de los mismos, distancias a la obra, así como puntos de investigación del subsuelo.

**b. 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 formatos en los cuales se consigne la información de los ensayos de laboratorio, deberán contar con la firma de respaldo del profesional y/o tecnólogo competente para tal fin debidamente acreditado con matrícula profesional y/o registro).

Los ensayos a 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 Attemberg, 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 los capítulos 3 y 4 de las Especificaciones Técnicas del INVIAS 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.

## Capítulo 7. ESTUDIO DE TRANSITO

A partir de la información desarrollada y analizada en el volumen de transporte y/o tránsito, se deberán incluir los parámetros del análisis de tránsito adoptado para el diseño del pavimento, de tal forma que permita calcular el número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el carril de diseño, para el periodo de diseño y las alternativas consideradas, en lo que se refiere a pavimentos flexibles, y el número de repeticiones esperadas por tipo de vehículo para pavimentos rígidos o tratamientos superficiales. Los resultados del Estudio de Tránsito serán los datos de entrada para el diseño de pavimentos.

### Tránsito Para El Diseño Del Pavimento

Incluye particularmente los aspectos referentes a la obtención del tránsito existente y futuro, extraídos del respectivo estudio o volumen de tránsito para estimar y adoptar el tránsito usuario que circulará por el tramo en estudio como variable del diseño para proponer las estructuras de pavimento aplicables al proyecto, detallando la distribución por tipo de vehículos pesados y de cargas por eje para obtener el espectro real de cargas, para determinar la evaluación del mismo en términos del “número de ejes equivalentes”, ya sea utilizando datos de aforos, estaciones del INVÍAS o estimativos de vías del sector de categoría social y económica similar.

## Capítulo 8. DISEÑO DE PAVIMENTOS

Este capítulo deberá contener un estudio y análisis completo de mínimo dos (2) alternativas convencionales y una (01) con nuevas tecnologías propuestas de acuerdo con las metodologías empleadas en los manuales de diseño de pavimentos adoptados por el INVIAS, procedimientos

descritos en el Manual para el Diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con bajos volúmenes de tránsito o en el Manual para el Diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito o en el , Manual para el Diseño de pavimentos en concreto para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, según corresponda.

Estas propuestas de estructuras de diseño pueden complementarse con otras metodologías recomendadas por el especialista de la consultoría con el visto bueno de la Interventoría, de allí se debe extraer la alternativa recomendada que obedecerá a la mejor alternativa técnica, económica y funcional para el proyecto. Para tal fin, se tendrá en cuenta la información geotécnica y el análisis de tránsito.

Se podrán presentar, además, alternativas con tipos de pavimentos no contemplados en los manuales nombrados, siempre y cuando no se pueda acceder a ninguna de las opciones anteriores o haya un riguroso soporte técnico que demuestre su superioridad o equivalencia estructural y de comportamiento

respecto de las anteriores.

Los tipos de estructuras que se recomienden deberán estar adaptados a los materiales disponibles siempre y cuando estos cumplan con las especificaciones y ensayos del INV vigentes y a las características climáticas de la región del proyecto.
En el informe deberán indicarse, además, los métodos de construcción, procesos constructivos, tolerancias en los materiales, recomendaciones técnicas, así como las especificaciones particulares que deberá cumplir cada capa del pavimento.

Como complemento, pero nunca en reemplazo de los anteriores diseños, se pueden presentar alternativas que impliquen el uso de materiales no previstos en los métodos recomendados. Dichas alternativas pueden comprender el uso de geotextiles, geomallas, escorias, cenizas, otros estabilizantes diferentes al cemento Pórtland y la emulsión asfáltica, pavimentos de hormigón reforzado con juntas, etc. En todos los casos, la alternativa deberá suplir y deberá estar soportada por sistemas y procedimientos aprobados por una entidad de normalización competente en la materia.

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

## Capítulo 9. SECCIONES TRANSVERSALES

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

En caso 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 existentes y nuevas y cuál será la ubicación de la vía actual en relación a las ampliaciones a lo largo del proyecto.

## Capítulo 10. 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 y de manera especial justificando las alternativas de pavimento propuestas.

## Capítulo 11. ANEXOS

- Mapa de localización del proyecto.

- Registro de perforaciones y apiques de exploración en el terreno y la ubicación del plano.
- Resultados de ensayos de laboratorio.
- Perfil estratigráfico en toda la longitud del proyecto.
- Plano de secciones típicas – secciones transversales.
- Memorias de cálculo
- Fotografías.
- Planos tipológicos estructurales con formato para sectorización.

### g. Volumen VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACION

El informe final sobre el estudio de hidrología e hidráulica deberá contener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS
CAPITULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS
CAPITULO 4. ESTUDIO DE SOCAVACION
CAPITULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

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

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

Presentará los análisis climatológicos del área aferente del corredor considerando los análisis temporales y espaciales de los parámetros más relevantes entre otros precipitación, temperatura y humedad relativa, etc.

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

Para aquellos casos donde el proyecto lineal contemple el diseño de nuevos puentes y/o reemplazo de puentes, el consultor debe considerar las siguientes recomendaciones: Establecer las características hidrológicas y los factores de la dinámica fluvial del rio, que permitan definir las dimensiones y ubicación de los elementos del nuevo puente, en función de la seguridad amenaza y posible vulnerabilidad de la nueva infraestructura, para limitar de manera adecuada estas tres (03) últimas condiciones. Por otra parte, debe

establecer a través del diseño el manejo de escorrentía superficial y flujo subsuperficial para garantizar la estabilidad de la infraestructura propia del puente y complementaria a dicha estructura. El Consultor deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas, caudal máximo de diseño, comportamiento hidráulico en la zona aferente a la nueva infraestructura, 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.

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio se debe suministrar toda aquella información de competencia del área de hidrología, hidráulica y socavación a las áreas de geotecnia, para de esta manera adelantar el análisis del efecto de la precipitación, aguas subsuperficiales y superficiales, cursos de agua paralelos a los puntos de atención, respecto a condiciones detonantes ante un posible movimiento en masa (para analizar posibles efectos del agua sobre el suelo: ablandamiento, presión de poros, tensiones capilares, subpresiones, fluctuaciones del nivel freático, lavado de materiales, aumento de densidad y todas aquellas que el consultor considere evaluar)

### b. ALCANCES

Realizar los estudios hidrológicos, climatológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto. En lo posible obtener los registros históricos completos, y no 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.

Con estos estudios se determinará las cuencas, subcuencas y/o drenajes que atravesará el corredor vial, analizando las características de las cuencas como son área, pendiente de la cuenca y del cauce principal, uso actual y tipo de suelo entre otros; así mismo, se calculara los caudales y se definirán, las curvas intensidad duración frecuencia (IDF) de cada una de las cuencas y/o corrientes, en especial para puntos crìticos hasta el sitio aproximado de cruce y se diseñarán las obras de drenaje mayores y menores y las obras de protección necesarias para el proyecto.

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

Determinar la localización de las obras de drenaje mayores y menores y subdrenaje, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidráulicas y de diseño geométrico del corredor vial.

La georreferenciación, abscisado y los niveles de las obras de drenaje mayores y menores deberán presentarse en concordancia con las rasantes y planta del diseño geométrico.

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

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

Evaluar la existencia de proyectos existentes en el área de influencia directa del proyecto que afecte las características hidráulicas de las corrientes de agua que atraviesen el corredor vial.

Adelantar los respectivos estudios de socavación.

Información necesaria para el área de hidrología e hidráulica

Para el desarrollo del volumen referido a esta área, se deberá tener como mínimo la siguiente información que será la base inicial del presente estudio:

I. Identificación de cuencas de las corrientes de tipo perenne (y/o identificables en los planos a escala 1:25.000 o a mayor escala si los hubiere, de acuerdo con lo dispuesto en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente a la fecha de los estudios) que sean atravesadas por el corredor vial.
II. Identificación de estaciones climatológicas e hidrométricas del área aferente al corredor vial, operadas por el IDEAM o por entidades gubernamentales o privadas.
III. Fotografías aéreas de los sitios de cruces más relevantes de las corrientes de tipo perenne, a escala 1:50.000 o mayor.
IV. Información de utilidad para los análisis de estabilidad de canales y de socavación: clasificación de la corriente, transporte de sedimentos, potencial de socavación, estabilidad del curso, materiales existentes en el lecho y las orillas, etc.
V. 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 (inferior a 5 X 5) para definir la red de corrientes que atraviesan el corredor. Por tal razón el trazado de las cuencas para la obtención de los parámetros morfo métricos requeridos en los análisis hidrológicos se deberán obtener a partir de la cartografía IGAC escala 1:25.000.
VI. Para los análisis hidrológicos, hidráulicos y de socavación de los sitios de cruces de corrientes con obras mayores como puentes, pontones y box coulvert, el Consultor deberá adelantar los trabajos topográficos y batimétricos del cauce en una longitud de la corriente que sea el adecuado para garantizar la correcta modelación hidráulica de la corriente y la estructura.

## Capítulo 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

### a. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

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

Para la recolección de información de transporte y/o obras fluviales, cuando aplique, deben consultarse además del INVIAS a otras entidades que puedan aportar información estadística al proyecto.

### b. METODOLOGÍA

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

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

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

### c. ANÁLISIS DE LLUVIAS Y CLIMATOLOGICO

Con base en la información de precipitación obtenida ya sea en el IDEAM, 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 precipitación, precipitación máxima en 24hr, temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, número de días con lluvia, etc.

El Consultor deberá calcular las Curvas 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 INVIAS vigente a la fecha de los estudios, o a partir de los registros pluviográficos (pluviográmas) de la estación representativa pluviográfica del proyecto. La determinación de los periodos de retorno con los cuales se deben calcular el tipo de estructura está en función del tipo de estructura y de lo

establecido en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVIAS o su equivalente que se encuentre vigente al momento de los estudios. Se anexarán fotocopias de la información básica.

### d. ANÁLISIS DE CAUDALES

En el caso que la corriente a analizar disponga de una estación hidrométrica con registros históricos de caudales máximos, 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 la tipo Gumbel y Log-Pearson Tipo III en el caso de valores extremos que son las más utilizadas en el ámbito hidrológico.

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 las corrientes cruzadas por el corredor vial, 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 para cada fuente se deberán estimar por al menos tres métodos, pudiendo ser los descritos a continuación o en su defecto los que el Consultor estime y justifique, éstos podrán ser el Método Racional, Método del Hidrograma de Escorrentía Superficial, el Modelo Lluvia- Escorrentía propuesto por el U.S. SoilConservationService (U.S.S.C.S.), el Hidrogama Unitario (p.e: el Hidrograma Unitario Sintético de Snyder, el Hidrograma Unitario Triangular, el Hidrograma Unitario del U.S.S.C.S y adoptado por el U.S. Bureau Of Reclamation), o el Método de Regionalización de Crecidas en Colombia desarrollado por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). En todo los casos el método seleccionado deberá cumplir con la restricción del área de la cuenca establecido en el Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS.

El consultor además de utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, podrá utilizar otras referencias bibliográficas como el HEC 2- HighwayHydrology de la FHWA,

ModelDrainage Manual de la AASHTO, Design Manual for Storm Drainage de la ASCE, entre otras.

### e. JUSTIFICACIÓN DE FORMULAS EMPLEADAS

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

### f. APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS Y MÉTODOS DE PREDICCIÓN

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

## Capítulo 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

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

### a. ANÁLISIS HIDRÁULICO Y DE SOCAVACIÓN

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

Se debe determinar el efecto de las inundaciones sobre la infraestructura y propiedades adyacentes y los efectos de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes, como resultado de las estructuras propuestas. También analizando el posible efecto erosivo que tengan corrientes paralelas, tanto sobre estructuras existentes como en la zona en general, lo cual tenga incidencia sobre la infraestructura vial.

En caso de requerirse en las obras mayores de drenaje, se debe proveer estructuras de alivio y de protección cuando se interfiera el flujo durante las inundaciones o cuando se reduzca la capacidad hidráulica.

### b. GEOMORFOLOGÍA - DINÁMICA FLUVIAL

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

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

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

### c. OBRAS MENORES

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

El Consultor deberá diseñar todas las cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas, canales, bateas, vados, badenes, estructuras de entrada y salida, y plasmar en planos los diseños específicos de cada sitio particular con sus cotas y coordenadas, así mismo deberá diseñar todas las estructuras de control hidráulico requeridas a la entrada y salida con las cuales se garantice la estabilidad de las laderas (estructuras de caída escalonadas, rápidas lisas, escalonadas combinadas, etc.).

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas ampliamente utilizadas en el medio como son las de la FHWA, el HEC 22 – UrbanDrainageDesign Manual, HEC15 – Design of RoadsideChannelswith Flexible Linings, HDS 3 - Design Charts forOppenChanelFlow, Hds 4 – Design of Road Channels, HDS 4 – IntroductiontoHighwayHydraulics, HEC 11 – Design of RiprapRevetment, HEC 14 – HydraulicDesign of EnergyDisipatorsforCulverts and Channels, el HighwayDrainageGuidelines de la AASHTO, la Instrucción 5.2 – IC. Drenaje Superficial del MOPU de España, así como todas las guías HighwayDesign Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas.

### d. SUBDRENAJE

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

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

etc.

El Especialista Hidráulico del Consultor deberá trabajar este capítulo con el Geólogo, Geotecnista y especialista en Pavimentos.

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

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

### e. DRENAJE DE LA CORONA

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.

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

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

### f. HIDRÁULICA DE OBRAS MAYORES

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

Entre otros el Consultor con sus especialistas evaluarán y justificarán su localización, cuantificarán los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizarán 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 medio 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; analizarán y evaluaran la dinámica del río y la presentarán a escala 1:10.000 o menor, 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 el gálibo requerido para la localización de la superestructura del puente.

Para su diseño el Consultor podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el HDS 1 – Hydraulics of Bridge Waterways, HEC 22 - UrbanDrainageDesign Manual, HEC 21 - Design of Bridge DeckDrainage; el HighwayDrainageGuidelines de la AASHTO, así como todas las guías HighwayDesign Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas.

## Capítulo 4. ESTUDIOS DE SOCAVACION

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

Entre otros el Consultor deberá calcular y evaluar la socavación general y local para estructuras, implementando lo descrito en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente al momento de los estudios.

### a. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE CAMPO

El Consultor presentará el análisis del sitio seleccionado, conociendo las secciones transversales. De la misma manera, se deberán presentar los perfiles topográficos longitudinales y batimétricos, zonas de desborde, alturas de creciente, tipo de suelo de orillas y lecho, líneas y velocidades de flujo, coeficientes de rugosidad, muestras y análisis de los sólidos de fondo (curva granulométrica) y

determinación de diámetros característicos, pendientes hidráulicas y caudales, con el objeto de aplicar las fórmulas más adecuadas que permitan obtener las profundidades críticas del fenómeno.

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

La selección de los equipos para la ejecución de batimetrías dependerá de la información requerida por el consultor, quien deberá sustentar la necesidad de dichos trabajos y presentar el procedimiento y/o metodología aplicable.

### b. APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS DE SOCAVACIÓN

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

Para los valores críticos de socavación se recomendarán y predimensionarán las obras de control y protección.

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

Los estudios de socavación detallados para obras mayores se llevarán a cabo durante la etapa previa de la Construcción.

## Capítulo 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

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

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

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

## Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

Como parte del resumen solicitado se debe presentar un listado de las obras mayores y menores necesarias para el correcto drenaje del corredor tanto transversales como longitudinales (cunetas, zanjas de coronación, filtros, estructuras de encole y descole, estructuras de disipación) ya sean existentes que se mantengan en servicio o nuevas a implementarse con el proyecto debidamente abscisadas y georreferenciadas tanto en planimetría como altimétricamente. Así mismo de ser el caso se concluirá sobre las zonas inundables y las acciones o correctivos que se deban tomar.

Se deberá presentar los planos los cuales como mínimo debe contener la información solicitada en el numeral “INFORMACION DE PLANOS” del Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente al momento de los estudios.

### h. Volumen VIII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS

El informe de estudios de estructuras para puentes y obras complementarias deberá tener los siguientes componentes:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. GENERALIDADES
CAPITULO 3. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTRUCTURAS
CAPITULO 4. FASES DEL PROYECTO ESTRUCTURAL
CAPITULO 5. CANTIDADES DE OBRA
CAPITULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El contenido de cada uno de los capítulos será el siguiente:

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

Diseñar todas aquellas obras estructurales necesarias a lo largo del corredor vial, que sean el resultado del trabajo integrado de las diferentes áreas de la ingeniería, que a su vez teniendo en cuenta diferentes variables (Técnicas, Ambientales, Económicas, y/o las demás que el consultor considere), se pueda obtener la alternativa más favorable para el proyecto, en cada condición particular.

Es decir, a partir del conocimiento de todos los parámetros establecidos en el estudio de topografía y basado en criterios de geología para ingeniería, criterios de impacto ambiental, y criterios de geotecnia para fundaciones de puentes, criterios hidráulicos y otras estructuras de contención, se deberán realizar los diseños estructurales de los viaductos y/o estructuras viales complementarias, de la alternativa seleccionada.

Para aquellos casos en los cuales en los cuales se requiera el diseño de puentes nuevos y/o reemplazo y/o rehabilitación, el consultor deberá tener presente las recomendaciones incluidas el en ANEXO 3 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE PUENTES NUEVOS Y/O REEMPLAZO.

### b. ALCANCES

Definir las características básicas o esenciales de los puentes y/o estructuras y/o obras complementarias y/o cimentación de la infraestructura necesaria para el proyecto, entendiéndose para este nivel de Fase II – Avanzada y/o Fase III Contratación que se debe llegar a despieces tipo.

El Consultor deberá definir, lo siguiente:

- Longitud total, luces y tipo de estructura.
- Dimensiones de las secciones transversales típicas.
- Tipo de estribos y cimentación, anotando las dimensiones básicas.
- Longitud de accesos.
- Procedimientos constructivos.
- Metodologías de cálculo.
- Costos estimados y presupuestos.
- Planos topográficos de ubicación del puente con indicación de los puntos de referencia y niveles.
- Criterios de Hidrología, Hidráulica y Geotecnia que justifique la solución adoptada.
- Criterios de Diseño y Normativas

Con base en los diseños elaborados, el consultor debe hacer un análisis económico de cada una de las alternativas planteadas (factor esencial para la selección de la alternativa constructiva) y la factibilidad que desde las demás áreas componentes de este estudio, le permitan viabilizar la ejecución del proyecto.

De acuerdo con la particularidad del proyecto se deben adelantar las patologías necesarias en las estructuras existentes, para determinar el grado de vulnerabilidad, las posibles limitaciones en su servicio y la vida útil remanente de la estructura. Para aquellos casos necesarios, el consultor deberá proponer acciones tanto correctivas, como preventivas y de mantenimiento, para garantizar el servicio de la estructura en las condiciones actuales, proyectando el tiempo de servicio con dichas acciones planteadas.

## Capítulo 2. GENERALIDADES

Con base en la definición del eje del proyecto, la sección transversal del sitio de la estructura (cualquiera que esta sea), y criterios definidos de drenaje, geología y geotecnia, además del reconocimiento directo del sitio, se procederá a la adaptación de modelos, en lo referente a puentes, pontones, muros de contención, box-culverts y en general estructuras que atraviesen el eje definitivo del proyecto. Todos los diseños estructurales preliminares de puentes y pontones de luces mayores a 10 m, deberán considerar los estudios de efectos sísmicos según se requiera en las normas.

Para el diseño de obras de drenaje menores, deberán utilizarse los modelos de Manual de Drenaje para carreteras INVIAS vigente al momento de los estudios, en concordancia con el Especialista de Hidrología, Hidráulica y Socavación.

En el análisis y dimensionamiento 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.

## Capítulo 3. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTRUCTURAS

La ejecución del levantamiento topográfico del sitio donde se localizará la estructura se realizará de tal manera que permita la elaboración de los prediseños para Puentes y estructuras propuestos.

### a. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Siendo la topografía el documento base para la coordinación y evaluación de los estudios y diseños de esta fase, el Consultor deberá realizar:

- Un levantamiento topográfico en el área de localización de las estructuras, de tal manera que se cubra con suficiencia las posibles variaciones de diseño a tener en cuenta en la evaluación de

alternativas. Esto es al menos 50 m aguas arriba y aguas abajo o más si la condición de diseño lo requiere.
- Referenciar el eje del proyecto horizontal, a la entrada y salida del ponteadero mediante mojones de concreto, estableciendo los valores X, Y y Z del proyecto.
- Presentar las carteras topográficas con los listados de tránsito, nivel y topografía.

### b. PLANO GENERAL

Se elaborará un plano general a escala 1:200 (mínimo). La planta-perfil a la misma escala del ponteadero 1:200 (mínimo). Todos los elementos deberán estar amarrados a la red geodésica nacional.

Se presentarán los perfiles longitudinales y transversales En la proyección del obstáculo se presentarán elementos del diseño geométrico de la vía, el eje debidamente referenciado y abscisado, cotas de rasante.

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

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

Para la alternativa seleccionada se realizará topografía a escala 1:200, replanteando la localización el perfil topográfico por el eje seleccionado y por los bordes del tablero proyectado, así como perfil topográfico paralelo por el eje de las unidades de infraestructura

## Capítulo 4. FASES DEL PROYECTO ESTRUCTURAL

El proyecto estructural abarcara las siguientes fases:

### a. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El estudio de alternativas comprende la implantación, definición arquitectónica general, pre-dimensionamiento estructural hasta estimación de cuantías para cálculo de cantidades y evaluación económica, técnica, ambiental de cada una de las alternativas propuestas.

El Consultor deberá presentar tres (3) alternativas estructurales para cada uno de los puentes, muros de contención o viaductos objeto del estudio, con sus correspondientes análisis justificados de ventajas y desventajas

En el análisis de ventajas y desventajas se deberán analizar aspectos técnicos, económicos y ambientales, esto tomando en cuenta variables como sistema estructural, material (concreto, acero), geometría, luces, afectación ambiental, urbanismo y paisajismo, hidráulica, estética.

Para seleccionar la alternativa que resulte más favorable, se hará en forma conjunta con el Interventor de los estudios designado por el INVIAS.

En el caso de requerir obras complementarias como: muros de contención de acompañamiento de terraplenes de acceso-pantallas, muros de defensa o protección de ribera aguas arriba ó aguas abajo, aliviaderos (box-coulvert, bateas, tuberías), entrega de aguas superficiales y aguas lluvias, para los accesos de los puentes o en algunos sectores del proyecto, el Consultor deberá presentar dos (2) prediseños, de tal forma que en conjunto con el Interventor se determine la alternativa más conveniente a seleccionar desde el punto de vista técnico, estético, económico y ambiental.

El capítulo de evaluación de alternativas deberá presentar para cada alternativa evaluada planos de localización y dimensionamiento total y memorias justificativas de cantidades y cuantías así:

### b. INFRAESTRUCTURA

Se deberá elaborar plano de localización general debidamente georreferenciado con coordenadas y medidas que permitan la ubicación exacta de las unidades de infraestructura y elementos de fundación. Planos de Geometría estructural con pre-dimensiones, indicando tipo de cimentación y los parámetros geotécnicos adoptados como criterio, cuadro de cuantías y cuadro de cantidades.

Estribos y Pilas: Vista en planta y alzado (frontal y lateral), cortes por el eje de la vía, por el arranque y los extremos de las aletas y muros de acompañamiento, con las pre-dimensiones, distribución de refuerzos y detalles indispensables para su correcta interpretación.

El Consultor a través de su especialista de geotecnia deberá revisar hasta su aprobación el plano de pre-dimensionamiento estructural de la cimentación, donde el especialista estructural del Consultor indicará claramente las presiones, o cargas obtenidas del análisis.

### c. PRE-DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En esta etapa se realiza el estudio y pre-dimensionamiento de la alternativa seleccionada en lo correspondiente a la estructura del puente y las obras complementarias y por ende de todos y cada uno de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

Se llevará a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia sísmica y del material estructural utilizado. Todos los elementos estructurales se pre-dimensionarán de acuerdo con los requisitos del código.

### d. PRE-DIMENSIONAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el pre-dimensionamiento de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural y los criterios geotécnicos establecidos a partir de las recomendaciones de los Volúmenes de Geotecnia y Geología.

### e. EDICIÓN DE MEMORIAS DE CÁLCULO

En las memorias de cálculo de diseño de la alternativa seleccionada se deben incluir como mínimo los siguientes aspectos

- Descripción del proyecto.
- Códigos y reglamentos tomados como base para la elaboración del proyecto.
- Especificaciones de materiales a utilizar en la estructura.
- Criterios para el análisis y estimación de cargas.
- Análisis sísmico. (participación de la masa, cortante basal, periodos fundamentales…)
- Memoria de cálculo.
- Índice del contenido de cálculos.
- Prediseño estructural inicial para la estructura en condiciones de servicio

El Consultor establecerá las recomendaciones y procedimientos para que en la etapa de construcción, a todos los puentes se les efectúe una prueba de carga, para recibo final de las obras, la cual deberá ser presentada en planos y especificaciones.

### f. SUPER ESTRUCTURA

Se evaluará para cada caso particular de puente, el pre-dimensionamiento transversal y longitudinal, así como el ancho de tablero de acuerdo con el diseño geométrico y si es necesaria la colocación de andenes y/o barreras vehiculares. Se presentará cuadro de cuantías y cuadro de cantidades.

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

En el caso de que se contemple la construcción de puentes metálicos para la solución de los sitios de ponteadero, el Consultor deberá establecer los procedimientos para que en la etapa de construcción se realicen pruebas de resistencia de los elementos de acero, y se efectúen las verificaciones de los cordones de soldadura y la tornillería, mediante ensayos.

## Capítulo 5. CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra para cada una de las alternativas se calcularán con base en los planos elaborados.

El Consultor tendrá en cuenta que las cantidades de obra podrán cuantificarse en forma global por elementos estructural, (losa, vigas, cimentación, montaje, etc.)

## Capítulo 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

Para cada una de las alternativas deberá efectuarse el análisis del precio unitario correspondiente con base en información secundaria procedente de obras de características similares, para lo cual se obtendrá información de los costos básicos en la zona del proyecto, tales como equipos, materiales y mano de obra, teniendo en cuenta, además, los factores de producción y las condiciones específicas de la región, como régimen de lluvias, acceso al sitio de los trabajos, sistemas de explotación y producción de los agregados pétreos, y todos aquellos factores que puedan incidir en la determinación del precio unitario de los diversos ítems.

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

Con los precios globales de cada una de las unidades estructurales, el consultor elaborará el presupuesto aproximado para cada una de las alternativas consideradas, el cual servirá de referencia para la selección de la más conveniente. Anexo al plano o planos de cada alternativa se deberá entregar la memoria de cálculo de cantidades para presupuesto.

## Capítulo 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá compilar las conclusiones del estudio, las cuales harán referencia al estudio de alternativas (análisis de ventajas y desventajas y evaluación presupuestal) alternativa constructiva seleccionada, en cuanto a sus características principales, dimensiones y los costos asociados a su construcción, así mismo presentará los aspectos más relevantes de cada una de las especialidades tenidas en cuenta para el dimensionamiento de las estructuras.

El Consultor deberá garantizar que solución seleccionada, sea viable técnica, económica y que sea una solución ingenieril construible.

El consultor dependiendo de la particularidad del proyecto, podrá presentar alternativas de solución que involucren el empleo de elementos prefabricados de gran escala para los diferentes elementos tanto de la superestructura y subestructura, siempre y cuando cumpla con la normativa vigente para tal fin; en dicho caso de propuesta el consultor generará las recomendaciones constructivas lo cual se verá a su vez reflejado en el respectivo procedimiento constructivo (especificación particular) y estimación de costos de la tarea específica.

La consultoría deberá recomendar los ensayos y/o pruebas que se deben realizar sobre cada una de las estructuras una vez materializadas y previo a la entrada en funcionamiento de las mismas, las cuales se

deben desarrollar de manera amplia y suficiente en la siguiente etapa de diseño, al igual que recomendar como deberán ser los planteamientos de instrumentación de estructuras para una siguiente etapa de diseño.

### i. Volumen IX. ESTUDIO Y DISEÑO DE URBANISMO Y PAISAJISMO

El informe final del estudio de Urbanismo y Paisajismo deberá considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. INFORMACION BASICA
CAPITULO 3. ANALISIS POR GENERAR
CAPITULO 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
CAPITULO 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

El Estudio de Urbanismo y Paisajismo pretende garantizar una interacción funcional entre la vía los usuarios de la vía, identificando las dinámicas del área de influencia del Proyecto, para incorporar soluciones que generen conectividad, accesibilidad, seguridad, y sostenibilidad del Corredor.

### b. ALCANCES

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

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

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

- Generar y evaluar las alternativas de diseño para lograr una interacción altamente funcional entre la vía y el territorio de influencia, en zonas críticas, considerando diseño de ciclovias (recreativas y a lo largo de la infraestructura del Proyecto) soluciones de señalización y demarcación (para bicicletas y bici-usuarios), generando soluciones que promuevan el uso de la bicicleta.

- Establecer criterios para el diseño paisajístico para los diferentes componentes de la vía, con base en las características de las unidades de paisaje regional, teniendo en cuenta disposición y arquitectura de la arborización, recomendar nuevas zonas verdes y arbóreos y de zonas (duras, blandas, verdes), puentes y otras estructuras, taludes, áreas de derecho de vía.

- Definir y delimitar el conjunto de sitios en los cuales se requiere la elaboración de diseño urbanístico-paisajístico específico con criterios de sostenibilidad

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

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

- Generar espacios públicos integrales, funcionales, seguros, accesibles, sostenibles y concertados, generando infraestructura para los peatones y ciclistas y espacios adecuados para la bicicleta.

## Capítulo 2. INFORMACIÓN BÁSICA

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

### a. INFORMACIÓN SECUNDARIA

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

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

### b. INFORMACIÓN PRIMARIA

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

**Información fotográfica de la zona de influencia**

Secuencia fotográfica a lo largo del corredor de la vía, como mínimo para los tramos identificados como críticos.
Usos y características físicas de construcciones en la zona directa de influencia de la infraestructura vial por diseñar, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Con base en el Estudio Predial.

- Tiras prediales del proyecto.
- Información fotográfica

En los casos en los cuales se requiera, se deben adelantar aforos de tránsito local en sentidos paralelo y transversal a la vía en zonas urbanas y rurales de alta densidad, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Con base en el Estudio de Tránsito.

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

En los casos en los cuales se requiera, se deben adelantar encuestas Origen-Destino de desplazamientos locales en zonas urbanas y rurales de alta densidad, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Con base en el Estudio de Tránsito.

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

Caracterización de todos los actores de movilidad en el corredor (peatones, bici-usuarios, transporte público, paraderos, ciclovia, 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 (definir y recomendar espacios de ciclovia). La caracterización de dichos actores deberá tener el apoyo del área de tránsito del proyecto, los análisis y alternativas de tratamiento podrán tener entre otros documentos guía, el “Plan Nacional de

Seguridad Vial Colombia 2011 – 2021"

Caracterización de los medios abiótico y biótico del área de influencia directa del proyecto, en particular de la flora.

**Capítulo 3. ANÁLISIS POR GENERAR**

Análisis de la dimensión espacial de las áreas de influencia de la infraestructura vial objeto de diseño.

- Área de Influencia Directa
- Área de Influencia Indirecta

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

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

Determinación y caracterización de tramos y puntos críticos, en zonas urbanas, suburbanas y rurales. La determinación de los tramos y puntos críticos tendrá en cuenta factores como: trayectos en zonas urbanas; trayectos en zonas suburbanas y rurales con densidades significativas; accidentalidad y seguridad vial; presencia de altos volúmenes de tráfico peatonal y de ciclistas.
Cuadros y planos de análisis de volúmenes de tránsito local en sentidos paralelo y transversal a la vía, para los diferentes modos, en los tramos y puntos críticos:

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

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

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

**Capítulo 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO**

Se definirán los objetivos y alternativas de tratamiento para alcanzar esos objetivos, dentro de las

restricciones de los recursos estimados para el proyecto. Esta actividad del estudio podrá basarse en metodologías comúnmente aceptadas para la planificación de proyectos, como el análisis de marco lógico.

### a. OBJETIVOS

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

### b. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

Se identificarán y caracterizarán alternativas de criterios de tratamiento para la obtención de los objetivos formulados. Cada alternativa identificada consistirá en una combinación específica de estándares de servicio y de soluciones técnicas para alcanzar esos estándares, con su correspondiente estimación del nivel de costos que involucra para el proyecto. Las alternativas podrán incluir un esquema de temporalidad en la implementación de las soluciones.
Las alternativas de tratamiento se referirán a aspectos como los siguientes:

### c. ASPECTOS FUNCIONALES Y DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

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

### d. ASPECTOS PAISAJÍSTICOS

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

### e. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

Se evaluarán las alternativas con respecto a su contribución al logro de los objetivos propuestos, dentro de restricciones de recursos. La evaluación de las alternativas identificadas para los diferentes aspectos

(funcionales, de ordenamiento territorial, paisajísticos) involucrará consideraciones técnicas, ambientales, legales, financieras y las demás que se consideren pertinentes.

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

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

- Ley 1228 de 2008 (Julio 16) "Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones".
- Decreto 3600 de 2007 (septiembre 20) "Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones".
- Decreto 4066 de 2008 (octubre 24) "Por el cual se modifican los artículos 1°, 9°, 10, 11, 14, 17,18 y 19 del Decreto 3600 de 2007 y se dictan otras disposiciones".
- Decreto 2976 de 2010 (agosto 6) "Por el cual se reglamenta el parágrafo 3° del artículo 1° de la Ley 1228 de 2008, y se dictan otras disposiciones".
- Esta actividad concluirá con la selección de los criterios de tratamiento para cada aspecto considerado.

## Capítulo 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR

Se diferenciará claramente entre las siguientes situaciones:

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

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

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

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

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

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

- Las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión o zonas de reserva definidas en la Ley 1228 de 2008.
- Criterios para el diseño geométrico y paisajístico de la franja de aislamiento y la calzada de desaceleración establecidos en los decretos 3600 de 2007 y 4066 de 2008.
- Criterios para la implantación en los linderos con las zonas de reserva de la vía del tratamiento paisajístico establecido en el artículo 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 el diseño de las soluciones se especificarán elementos tales como:

- Vías de servicio
- Carriles de aceleración y desaceleración
- Diseños tipo para accesos y salidas de predios, según categorías de uso, complejidad funcional, intensidad de tránsito.
- Andenes / alamedas para tránsito peatonal
- Ciclo rutas
- Señalización y demarcación
- Soluciones para intersecciones con vías locales
- Cruces peatonales / bicicleta
- a nivel
- a diferente nivel
- Componentes del diseño paisajístico
- Identificación y caracterización de las especies que serán implantadas como parte del diseño paisajístico.
- Plan de implantación de las especies vegetales.
- Amoblamiento del espacio público generado por la vía

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

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

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

**Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

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

### j. VOLUMEN X. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL

En este documento se presentan los desarrollos y contenidos correspondientes al Análisis para Proyectos de construcción de carreteras. Estos lineamientos, tienen un carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y otras particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar. Se incluye lo referente a la metodología general para la presentación de Estudios Ambientales, expedida por la Autoridad Ambiental.

De acuerdo con la legislación ambiental aplicable, el Decreto No. 2041 de 2014 o aquellos que los sustituyan, y sus reglamentarios, el Contratista deberá revisar y analizar el alcance de las labores contratadas, con el objeto de tener claridad si el proyecto a estudiarse y/o ejecutarse se hace bajo los lineamientos generales del PAGA y/o requiere licenciamiento ambiental y/o requiere Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA.

El Volumen final del Componente Ambiental y Social, se desarrollará teniendo en cuenta lo estipulado en el **Apéndice D – Ambiental y Apéndice E Gestión Social**, documentos que hacen parte integral del presente proceso de contratación.

### k. VOLUMEN XI. ESTUDIO GESTION PREDIAL

El Volumen final del Estudio de Gestión Predial, se elaborará teniendo en cuenta lo estipulado en el

**Apéndice F Gestión Predial**, documento que hace parte integral del presente proceso de contratación.

## I. VOLUMEN XII. ESTUDIO DE ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL RIESGO Y SOSTENIBILIDAD.

## ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL RIESGO

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCE
CAPITULO 2. METODOLOGIA DEL ESTUDIO
CAPITULO 3. ESTABLECER EL CONTEXTO
CAPITULO 4. IDENTIFICACION Y CLASIFICACION DE LOS RIESGOS
CAPITULO 5. EVALUACION Y CALIFICACION DE LOS RIESGOS
CAPITULO 6. TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS
CAPITULO 7. CONSTRUCCION DE LA MATRIZ DE RIESGOS
CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Capítulo 1. OBJETIVO y ALCANCE

#### a. OBJETIVO

Identificar, caracterizar y categorizar los riesgos previsibles que impactaran durante la ejecución del futuro corredor por la implementación de la alternativa planteada para seguir complementando los requerimientos de la matriz de riesgos estableciendo una línea base del proyecto y diseñar los planes de monitoreo y control.

#### b. ALCANCES

El Consultor basándose en los estudios técnicos, el análisis de necesidades, información secundaria y 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.

De igual forma el Consultor deberá profundizar en 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. el Consultor deberá elaborar y cuantificar estrategias de gestión de riesgos para cada alternativa de solución, descartando aquellas con baja probabilidad de ocurrencia, recurriendo a fuentes secundarias o primarias dependiendo del grado de información recolectado, así mismo se deberá definir claramente para cada uno de los riesgos identificados, su tipificación, la temporalidad y frecuencia de ocurrencia de los mismos.

El Consultor deberá 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 las etapas de construcción y de ser necesario de operación

Las acciones de mitigación que impliquen obras de infraestructura deben ser incorporadas como parte integral de los diseños a nivel Fase II – Avanzada y/o Fase III Contratación. 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.

El consultor debe realizar un análisis soportado técnicamente para la jerarquización de intervención del corredor y de zonas y/o sitios puntuales dentro del corredor en estudio.

## Capítulo 2. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

El consultor con la aprobación de la Interventoría deberá ajustar el contenido y desarrollo del volumen que hace parte de estos estudios y diseños, a la presente documentación técnica existente sobre riesgos previsible, u otras aplicables a las condiciones del sitio de ejecución del proyecto.

Se debe adelantar la estimación económica de los riesgos previsibles entre otros los relacionados con los aspectos económicos, operacionales, sociales, políticos, de la naturaleza, financieros, regulatorios o ambientales u otro que se pueda identificar, tomando como referencia para ello:

El 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.

Para el efecto, el Consultor podrá valerse de una metodología de análisis cualitativos y cuantitativos de riesgos que le permitan priorizar, evaluar y valorar la probabilidad de ocurrencia del evento y su impacto respecto de los efectos de los riesgos identificados que permitan el logro de los objetivos del proyecto a nivel de prefactibilidad, Por lo anterior, se hace necesario valorar a precios de mercado las intervenciones establecidas de manera consecuente con el análisis de riesgos, en otras palabras, esto significa revisar la consistencia del diseño y su respectivo presupuesto con las actividades que se planteen derivadas de la administración de riesgo, tanto en las medidas adoptadas para prevenirlos o mitigarlos como por los planes de contingencia o tratamiento formulados, según que las circunstancias lo ameriten.

## Capítulo 3. ESTABLECER EL CONTEXTO

El consultor deberá profundizar en el establecimiento del contexto bajo el cual interactúa el proyecto, de acuerdo con lo identificado en etapas previas, que incluya entre otros, los aspectos que se mencionan a continuación y los posibles 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 (Remitirse al literal B ANÁLISIS DE RIESGOS CON ENFOQUE DE SOSTENIBILIDAD)
- Condiciones geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas del sector (Se deben seguir las recomendaciones del ANEXO 04 “Generalidades de la Gestión del Riesgo”).
- Las condiciones políticas
- Los factores ambientales (Se deben seguir las recomendaciones del ANEXO 04 “Generalidades de la Gestión del Riesgo”).
- Enfoque de sostenibilidad (Remitirse al literal B del presente volumen)
- Estudio de mercado del sector objeto del proyecto
- Experiencia propia y de otras Entidades en proyectos similares
- Normatividad aplicable

**Capítulo 4. Identificación y clasificación de los Riesgos**

Una vez establecido el contexto, el consultor debe revisar e incluir en la matriz de riesgos de esta etapa los riesgos previsibles identificados previamente o aquellos que surjan en la etapa de análisis, para lo cual, el consultor deberá contar con el personal con el conocimiento adecuado sobre análisis y administración del riesgo previsible contractual.

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 de la obra, 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: clase, fuente, etapa del proyecto, y tipo de riesgo, acompañados de la descripción de cada uno de ellos y determinar las posibles consecuencias en el proyecto de la ocurrencia del evento.

**Capítulo 5 Evaluación y calificación de los Riesgos**

El consultor deberá evaluar cada uno de los riesgos identificados, estableciendo su probabilidad de ocurrencia y el impacto de estos frente al logro de los objetivos del proyecto. Esta evaluación tiene como fin asignar a cada riesgo una calificación en términos de probabilidad y de impacto, la cual permitirá establecer la valoración de los riesgos identificados y proponer las acciones que se deban efectuar para administrar el riesgo.

Para estimar el impacto y la probabilidad de ocurrencia de un evento que afecte de manera negativa el proyecto, se sugiere considerar fuentes de información como: registros anteriores 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 y la calificación monetaria del Riesgo, la cual corresponde a la estimación de los sobrecostos ocasionados por la ocurrencia del Riesgo como un porcentaje del valor total del proyecto, escogiendo o consignando en la matriz la mayor resultante para así determinar el impacto del riesgo.

## Capítulo 6. TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS

El Consultor debe proponer el tratamiento de riesgos con acciones o actividades específicas para responder a los eventos, para lo cual debe preparar un Plan de Tratamiento para ser implementado, plan que debe estar debidamente documentado, incluyendo acciones, cronogramas, recursos (personal, información) y presupuesto, responsabilidades, necesidades de informes y reportes y de monitoreo, recursos que requiere y el cumplimiento oportuno de las tareas previstas en este plan, e incluir en la matriz la información básica del tratamiento propuesto.

## Capítulo 7. CONSTRUCCION DE LA MATRIZ DE RIESGOS

El producto de este análisis será la constitución y presentación de la matriz de riesgos para la alternativa plantead a nivel de esta fase del proyecto. Tal como se describe en las Tablas No. 1 y 2.

| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 1. Matriz de Riesgo de CCE

| INSTITUTO NACIONAL DE VIAS | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MATRIZ DE RIESGOS ALTERNATIVA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **PROCESO:** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **OBJETO:** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **No** | **CLASE** | **FUENTE** | **ETAPA** | **TIPO** | **DESCRIPCIÓN** | **CONSECU ENCIA DE OCURRENCIA DEL EVENTO** | **PROBABILIDAD** | **IMPACTO** | **VALORACIÓN** | **CATEGORÍA** | **TRATAMI ENTO / CONTRO L** | **IMPACTO DESPUES DEL TRATAMIENTO** | | | |
| | | | | | | | | | | | | **PROBABILIDAD** | **IMPACTO** | **VALORACION** | **CATEGORÍA** |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 2. Matriz de Riesgos de Proyectos INVIAS

## Capítulo 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El producto de este volumen será un insumo fundamental preliminar para la construcción de la matriz de riesgos que acompañará el proceso de contratación; la cual será una valiosa herramienta para dirimir futuras diferencias entre la Entidad y los contratistas en caso de manifestación de riesgos en la ejecución del proyecto.

El Consultor debe formular las recomendaciones a tener en consideración durante las siguientes etapas, en especial para elaboración de la matriz de riesgos definitiva que será objeto de ajuste en la Audiencia de

riesgos durante el proceso de selección del proponente.

**SOSTENIBILIDAD.**

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCE
CAPITULO 2. GENERALIDADES
CAPITULO 3. FORMULACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO
CAPITULO 4. LINEAMIENTOS GENERALES DE SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO A EJECUTAR
CAPÍTULO 5. CRITERIOS ESPECÍFICOS DE SOSTENIBILIDAD (BUENAS PRÁCTICAS) PARA INCLUIR EN LA ALTERNATIVA SELECCIONADA
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE RIESGOS CON ENFOQUE DE SOSTENIBILIDAD
CAPITULO 7. ANÁLISIS DE BENEFICIO COSTO CON ENFOQUE DE SOSTENIBILIDAD Y ALTERNATIVAS DE FINANCIACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES
CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Capítulo 1. OBJETIVO y ALCANCE OBJETIVO

### a. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es definir estrategias de sostenibilidad y sus costos asociados para proyectos de construcción de infraestructura de transporte a cargo del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, para FASE II AVANZADA (estudio de factibilidad de la alternativa seleccionada por la autoridad ambiental, diseños casi definitivos y lineamientos de viabilidad económica, ambiental y social para elaboración de EIA), en armonía con lo establecido en la política de sostenibilidad del instituto, adoptada por la resolución 405 del 13 de febrero de 2020, así como la normatividad y los lineamientos nacionales e internacionales vigentes en relación con el desarrollo de Infraestructura Sostenible.

### b. ALCANCE

Incluir 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 para la alternativa escogida y se incluyan y se complementen en la etapa de construcción. Esto implica que el componente de sostenibilidad al ser trasversal en todo el proyecto debe considerarse en todos los volúmenes del estudio.

## Capítulo 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, económico, ambiental, social, económico y financiero. Por tanto, debe identificar los factores que pueden llegar a impactar el proyecto y determinar su viabilidad. Con base en lo anterior, el

INVIAS podrá determinar si continúa con el diseño definitivo del proyecto y el trámite del estudio de impacto ambiental.

Los criterios incorporados deben reflejar el compromiso del Instituto con el desarrollo sostenible, en concordancia con los fines esenciales y derechos establecidos en la constitución Política y la legislación vigente relacionados con la protección de las riquezas culturales y naturales de la nación, así como un ambiente sano.

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 definir y desarrollar la metodología de evaluación y seguimiento de la sostenibilidad en la cual se deberá integrar los criterios de sostenibilidad en los demás volúmenes, integrando los componentes técnico, ambiental, social, económico y financiero.

Como resultado de este volumen, se debe contar con suficiente información recolectada principalmente a través de fuentes secundarias. Sin embargo, se debe capturar información en campo, si ésta es 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.

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 que son planificados, diseñados, construidos, operados y desmantelados, en equilibrio con las dimensiones social, ambiental, económica, institucional y financiera, con el fin de elevar el bienestar social y el crecimiento económico, sin agotar la base de los recursos naturales renovables.

Asimismo, tendrá en cuenta el concepto de infraestructura verde el cual se refiere a una red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, que presta una extensa gama de servicios ecosistémicos. El concepto servicio ecosistémico implica todos los servicios que nos brinda la naturaleza a partir de los ecosistemas (Comisión Europea).

Por lo anterior, los criterios formulados por el Consultor que contribuyen en la toma de decisiones, deberán considerar el uso eficiente de recursos y materiales, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación; así como la integración territorial y la extensión de beneficios sociales del

proyecto, entre otros.

Estos requerimientos tienen un carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y otras particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar.

Para la elaboración del presente volumen, el Consultor deberá tener en cuenta la normatividad legal y técnica relacionada con desarrollo sostenible, con base en el análisis del alcance del proyecto.

## Capítulo 3 FORMULACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El consultor deberá proponer en primera instancia, una metodología para valorar y evaluar la sostenibilidad en la fase de construcción del proyecto a través de la medición del desempeño de los pilares de política de sostenibilidad del INVIAS.

El sistema escogido dentro de valoración debe incluir un enfoque integral en función del valor que tiene para las comunidades, el uso eficiente de recursos y contribución a las condiciones de sostenibilidad.

Los métodos de medición de la sostenibilidad de un proyecto, están orientados a otorgar la información necesaria para una adecuada toma de decisiones, presentando la opción que tenga las mejores condiciones ambientales, sociales y económicas a lo largo del ciclo de vida del proyecto, con el fin de causar el mayor impacto positivo y llevar al mínimo posible los impactos negativos, pudiendo con esto satisfacer las necesidades actuales sin poner en riesgo las necesidades de las generaciones futuras

Para la valoración el consultor deberá partir de un diagnóstico de las interacciones de la infraestructura existente con los medios físico, biótico y socio económico, con el fin de formular medidas de manejo de carácter preventivo y correctivo con base en consideraciones ambientales, tecnológicas y de ingeniería.

Dentro de la metodología propuesta el consultor deberá establecer un análisis costo-beneficio relacionado con la implementación de criterios de sostenibilidad, nuevas tecnologías e innovación, para el desarrollo del proyecto (resultado del Capítulo 7). Dentro de este análisis se deberá incluir los beneficios de incorporar acciones de prevención, así como las actividades de mantenimiento necesarias para asegurar la implementación y operatividad de la infraestructura durante la vida útil establecida (sostenibilidad financiera, sostenibilidad fiscal y sostenibilidad ambiental).

El desarrollo de la metodología de evaluación de la sostenibilidad para el proyecto deberá 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

Dentro de las metodologías a proponer se sugieren revisar:

- **ENVISIÓN** –SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE INFRESTRUCTUAS SOSTENIBLES (ISI Y UNIVERSIDAD DE HARVARD).
- **CEEQUAL** (PROYECTOS DEL REINO UNIDO E IRLANDA/PROYECTOS INTERNACIONALES)
- **ISCA** - ESQUEMA DE EVALUACIÓN INFRAESTRUCTURA SOSTENIBLE DEL CONSEJO DE SOSTENIBILIDAD DE INFRAESTRUCTURA DE AUSTRALIA
- **INVEST**-HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN VOLUNTARIA DE SOSTENIBILIDAD DE INFRAESTRUCTURA
- **TSI**- TECHNICAL SUSTAINABILITY INDEX
- **SUSAIP**-SUSTAINABLE APPRAISAL IN INFRASTRUCTURE PROJECTS
- **SURE** ESTÁNDAR PARA LA INFRAESTRUCTURA

## Capítulo 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. 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.

2. La alternativa seleccionada 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.

3. 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.

4. Para la alternativa seleccionada los diseños, 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

5. 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 la alternativa seleccionada. Es de resaltar, que el diseño de la infraestructura sostenible siempre debe propender por el menor consumo y afectación de los recursos.

6. Incorporar en los diseños estratégicos de conectividad eco sistémico 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. Diseñar infraestructura para mitigar impactos negativos sobre la fauna y flora.

8. 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.

9. Incluir en el diseño de alternativas 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.

10. 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.

11. 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.

12. Establecer diseños con criterios de polifuncionalidad de la Infraestructura, incluyendo funciones educativas y recreativas.

13. 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.

14. 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 LA ALTERNATIVA SELECCIONADA**

Adicional al numeral anterior el consultor deberá revisar e incluir los siguientes criterios específicos:

**1. 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.

De acuerdo, a la información secundaria y visitas de campo realizadas para la elaboración del documento para la Fase de Prefactibilidad del proyecto, se identificarán las zonas de interés del estudio biótico, estableciendo los sitios de mayor sensibilidad de corredores biológicos y conectividad ecológica.

- *Manejo de Fauna*

Con la información obtenida de conectividad ecológica a escala 1:10.000 y en su defecto 1:25.000 se deberá realizar un análisis de fragmentación de hábitats, integrando la información suministrada por la Subdirección de Medio Ambiente y Gestión Social - SMA con relación al aplicativo de SUKUBUN de avistamiento y atropellamiento de fauna (siempre y cuando se cuente con reportes específicos en la zona del proyecto), que permita establecer los puntos de mayor incidencia y de posibilidad de atropellamiento de fauna silvestre en los cuales se ubicaran cámaras trampa durante el periodo necesario para confirmar las zonas de sensibilidad biológica factibles a ser impactadas por en la alternativa seleccionada y que podrían requerir un pasos de fauna tipo.

Con base al análisis anterior, el consultor deberá proponer de forma preliminar:

- Alternativas de manejo para conectar corredores biológicos reduciendo el fenómeno de fragmentación, a través de las compensaciones que resulten por el aprovechamiento de los recursos natrales provenientes de los diferentes permisos otorgados al proyecto por parte de las autoridades ambientales.

- Alternativas de protección de la biodiversidad a través de infraestructura tipo para la fauna silvestre, como pasos aéreos, secos terrestres o acuáticos, señalización, enmallamientos, medidas tecnológicas de ahuyentamiento, entre otros.

Con lo anterior, se elaborará una proyección de la compensación a establecer para la alternativa seleccionada, con base en el manual de compensación por pérdida de la biodiversidad, con los costos estimados asociados a la implementación.

*b. Compensaciones ambientales*

En el caso que el proyecto tenga que realizar compensaciones ambientales por uso de recursos naturales y/o permisos otorgados, se deberá proponer de forma preliminar la estrategia de compensación que contribuya a la conectividad ecológica de acuerdo al numeral a) Protección de la Biodiversidad y conectividad ecológica, según las condiciones del proyecto y la zona, en donde se sugiere revisar nuevas alternativas de compensación más sostenibles como bancos de hábitat, BanCO2, 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 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).

*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 evaluará 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 presentar certificaciones y sellos verdes para la parte operativa y administrativa del proyecto.

## 2. DIMENSIÓN SOCIAL

### a. Identificación del marco de política y legal

El consultor deberá analizar 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, entre la que se incluye la normatividad relacionada con Zonas de Reservas Campesinas y la establecida en desarrollo del Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de la PAZ.

En el nivel municipal, el contratista deberá identificar los proyectos de desarrollo local y regional que coincidan con el área del proyecto; también deberá identificar la existencia de pasivos y compromisos institucionales no resueltos que puedan interferir en su realización.

Finalmente, deberá identificar la forma en que el proyecto interactúa con los objetivos de desarrollo sostenible y el Acuerdo de Paris.

**b. Identificación y caracterización de partes interesadas**

El consultor deberá aplicar una metodología que le permita identificar y caracterizar las distintas partes afectadas e interesadas alrededor del proyecto. 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.

Una vez surtida esta fase, deberá formular una estrategia 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. Dicha estrategia debe señalar los métodos, momentos claves y niveles de participación y consulta; interlocutores representativos y con reconocimiento social; y alcance de la información a comunicar, partiendo de métodos confiables y sistemáticos.

El consultor deberá estimular la participación haciendo uso de variadas técnicas que faciliten el entendimiento de los alcances del proyecto y que permitan la recolección de los conocimientos y aportes de personas y grupos de interés.

Así mismo, el consultor analizará y describirá en detalle, cómo los conocimientos, aportes y expectativas de las distintas partes interesadas son tenidas en cuenta en el desarrollo del proyecto.

Cabe resaltar que el consultor deberá realizar las actividades requeridas tendientes a desarrollar la estrategia de participación con partes interesadas, teniendo en cuenta la complejidad de la zona en donde se desarrolla el contrato de obra.

**c. Participación social en la caracterización del área de estudio**

El consultor se apoyará en procesos de participación social con actores estratégicos para identificar riesgos y posibles impactos significativos del proyecto. 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 fenómenos de remoción en masa y zonas de tránsito recurrente de poblaciones humanas y animales.

Este ejercicio de identificación debe acompañarse de la descripción de los eventos en términos de intensidad, duración, localización, frecuencia, desastres causados, poblaciones afectadas, efectos en el área de estudio, redes formales e informales de apoyo y las demás que se estime pertinentes, para profundizar en los análisis de riesgos e impactos del proyecto.

Para tal fin, deberá valerse de un método cualitativo que soporte los procesos de recolección y análisis de información.

Así mismo, el consultor deberá asociar la información capturada a una geodatabase (GDB) en una escala de detalle de 1:10.000 o en su defecto 1:25.000.

**d. Enfoque diferencial**

El enfoque diferencial 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), son más vulnerables y requieren un abordaje ajustado a sus necesidades y particularidades para disminuir situaciones de inequidad.

Por tanto, el consultor deberá incorporar el enfoque diferencial en la identificación de impactos, así como en la formulación e implementación de las actividades del Plan de Adaptación de la Guía Ambiental.

Lo anterior implica considerar aspectos de género en la identificación y manejo de impactos en actividades como la localización de campamentos y demás instalaciones temporales; el registro de datos con enfoque poblacional; el desarrollo de un programa de inclusión social para procesos de vinculación laboral; y el diseño de actividades formativas y piezas de comunicación para promover la equidad poblacional entre los trabajadores y la comunidad.

En la capacitación que se imparta a los trabajadores del proyecto, se deberá incluir un código de conducta con enfoque de género.

**e. Manejo de relaciones con trabajadores**

El consultor deberá brindar mecanismos de comunicación a los trabajadores del proyecto para que planteen inquietudes sobre condiciones laborales y de trabajo, por tanto, establecerá un canal de atención, el cual será informado durante el proceso de inducción. Las respuestas y soluciones a las manifestaciones de los trabajadores deben darse de manera oportuna, objetiva y sin represalias

### f. Formación para la sostenibilidad

El consultor aplicará una estrategia estructurada de formación dirigida a empleados y comunidad, para desarrollar y fortalecer competencias ciudadanías y capacidades técnicas en torno al desarrollo sostenible. Se deberán realizar actividades que generen interés de partes afectadas e interesadas, entorno al modelo de desarrollo sostenible, entre las cuales están:

Recorridos con profesionales de los componentes técnico, ambiental y social y actores estratégicos en el territorio para la identificación de puntos críticos que puedan incidir en la construcción y futura operación de la vía.

Economía circular: correcta separación de residuos, reducción del consumo, prolongación en el tiempo de los recursos y materiales, entre otros.

Jornadas de recolección de residuos: medicamentos vencidos, materiales electrónicos, papel, bombillas, entre otras, con la debida divulgación y capacitación sobre el tipo de residuos: (Solidos y RESPEL)

Formación frente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular los No. 5, 8, 9, 12,13 y 15.

### g. Accesibilidad de la población

El consultor deberá evaluar con soporte en la participación de partes interesadas, los posibles impactos del proyecto sobre la movilidad y conectividad en términos de acceso en condiciones seguras a sitios de residencia, trabajo, equipamientos públicos, comercio y otros lugares deseados.

Con base en esta identificación, el contratista formulará medidas para prevenir, minimizar y mitigar impactos relacionados con la movilidad y conectividad de la población (barreras físicas, semáforos, puentes peatonales, señales informativas), con base en la identificación de necesidades y alternativas con partes interesadas.

### h. Movilidad Sostenible

En suelos urbanos y suburbanos, el consultor deberá reconocer oportunidades para promover formas alternativas y sostenibles de transporte. Para tal fin indagará en el área de influencia del proyecto, zonas de tránsito recurrente de peatones, ciclistas y otros usuarios de transporte no motorizado.

Así mimo, propondrá alternativas para fomentar el transporte no motorizado a través de la construcción de rutas peatonales y redes de ciclo rutas o bici carriles en el área de influencia del proyecto de infraestructura.

Este apartado, en principio sólo aplica a proyectos que cruzan suelos urbanos y suburbanos. Se deberá revisar pertinencia y aplicabilidad en cada caso.

### i. Preservación de sitios de significancia histórica, escénica, recreativa o natural

Con base en información secundaria, el consultor deberá determinar sitios de especial importancia histórica, escénica, recreativa o natural en el área de influencia del proyecto a partir de los cuales, sea factible promover rutas de acceso que estimulen las economías locales.

Analizará la viabilidad de realizar obras complementarias y ajustes a los diseños de obras para facilitar el acceso y disfrute a sitios de interés y al patrimonio urbano, arquitectónico, cultural, arqueológico y paleontológico. (rutas designadas con cualidades escénicas, naturales y / o recreativas significativas con el fin de mejorar el disfrute público de las instalaciones)

Este apartado no es aplicable a todos los proyectos. Se deberá revisar pertinencia en cada caso con base en la magnitud y condiciones del proyecto.

### j. 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 evaluar la posibilidad de incluir esta directriz y formular alternativas para que las comunidades creen nuevos 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).

Este apartado no es aplicable a todos los proyectos. Se deberá revisar pertinencia en cada caso con base en la magnitud y condiciones del proyecto.

## 3. DIMENSIÓN TÉCNICA

### a. Trazados y Diseños Sostenibles

#### *i. Implementación de infraestructura verde y Ecodiseños*

El consultor para la alternativa seleccionada, deberá identificar acciones para la posible incorporación de lineamientos de infraestructura verde e infraestructura verde vial complementarias a las obras grises, según evaluación y la factibilidad del proyecto. Se podrá proponer diseños tipo (Ecodiseños), para la futura construcción de campamentos, puntos SIGAU (Sistemas por módulos o paneles armables), entre otros, identificará el uso de materiales alternativos, 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 generar diseños sostenibles.

El consultor para la alternativa seleccionada incorporará en los diseños obras de infraestructura verde complementarias a las obras grises, según evaluación y la factibilidad del proyecto. Se resalta que el diseño deberá ir acorde al paisaje de la zona, con el fin de generar trazados sostenibles.

El consultor deberá proponer de forma preliminar 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).

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 para tener en cuenta a la hora de la toma de decisiones durante el proceso de desarrollo de la infraestructura de transporte.

*ii. Uso de áreas ya transformadas*

El consultor deberá realizar en la alternativa seleccionada un análisis de la viabilidad en las áreas que se encuentran actualmente en uso y que ya han tenido una transformación antropogénica, para dar prioridad de utilizar estas áreas en el desarrollo del proyecto de infraestructura de transporte y evitar el uso de áreas naturales y de ecosistemas estratégicos.

*iii. Diseños que garanticen la accesibilidad y seguridad para al peatón*

El consultor dentro de la alternativa seleccionada deberá identificar y evaluar en los diseños de forma preliminar, las acciones que permitan la accesibilidad y seguridad para el peatón a través de la adecuación e instalación de nuevas estructuras sostenibles que permitan garantizar la accesibilidad y seguridad para el peatón, como pasos construidos con materiales sostenibles, corredores ecológicos, entre otros, teniendo en cuenta los criterios de infraestructura verde y ecodiseños.

*iv. 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 Prevención de Atención de Emergencias – SPA 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

*v. 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 263 de 2020 del INVIAS "Por lo cual se determina el procedimiento para adoptar la regulación técnica de nuevas tecnologías para la infraestructura de 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 realizar el análisis de hacer 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 la posibilidad de hacer 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
- 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 una metodología preliminar con su desarrollo que permita implementar 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 asociadas a los diseños de estudios 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
- Sistemas de transporte inteligente
- Tecnologías BIM
- 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.

## 4. 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

De acuerdo con la alternativa seleccionada, 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 y financieras y su impacto potencial.

Se deben analizar la distribución de riesgos de manera justa y transparente entre diferentes entidades según su competencia.

## Capítulo 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.

Las alternativas deben 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 las diferentes alternativas propuestas. 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.

**Capítulo 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El consultor deberá incluir al final del tomo, las consideraciones ambientales, sociales, económicas, financieras e institucionales más importantes para la futura implementación del proyecto.

### m. VOLUMEN XIII. ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS.

El informe final para la elaboración de los Estudios de estimación de cantidades de obras, costos y presupuesto debe contener los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. CANTIDADES DE OBRA
CAPÍTULO 3. ESTIMACION DE PRECIOS UNITARIOS
CAPITULO 4. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION
CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO
CAPÍTULO 6. PRODUCTOS ENTREGABLES
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

#### a. 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.

#### b. 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.
- Calcular 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
- Calcular el Presupuesto aproximado para la obra.
- Debido que la presente fase del proyecto es "Fase II – Avanzada y/o Fase III contratación" con alcances definidos, con el objetivo que en una etapa posterior se llegue hasta la "Ingeniería de detalle", el consultor debe indicar para cada volumen cuales son las actividades faltantes para obtener dicha ingeniería de detalle, cuantificando (determinando de igual forma recursos necesarios) todos los costos asociados para tal fin.

## Capítulo 2. 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 km, separando cada obra de drenaje u obra especial si los hay. Esta valoración debe hacerse teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción vigentes del INVIAS.

Estos valores se presentan en el formato "LISTA DE CANTIDADES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS Y VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO, en el cual debe incluirse el número y la descripción del ÍTEM de PAGO.

## Capítulo 3. ESTIMACION DE PRECIOS UNITARIOS

Para estimar lo Precios Unitarios el Consultor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las condiciones de ejecución de acuerdo a los ítems de pago de las Especificaciones Generales de Construcción establecidas por INVIAS 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.

## Capítulo 4. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

### a. ESPECIFICACIONES GENERALES

Se tendrá en cuenta todo lo estipulado en las “Especificaciones Generales de Construcción”, vigentes del INVIAS, siguiendo su estructura de capítulos y subcapítulos

### b. ESPECIFICACIONES PARTICULARES

#### Generalidades

Cuando las características del proyecto lo requieran podrán existir Especificaciones Particulares de Construcción, correspondientes a trabajos no cubiertos por las Especificaciones Generales, las cuales complementan, sustituyen o modifican las Especificaciones Generales.

El Consultor elaborará Especificaciones Particulares cuando las características especiales de construcción del proyecto así lo requieran, teniendo en cuenta las condiciones de la zona donde se van a ejecutar los trabajos y cuando estas no tienen total cubrimiento por las Especificaciones Generales de construcción.

Las Especificaciones Particulares se identificarán con el número del ítem la Especificación General de la cual se derivan seguido de la letra P que modifica parcial o totalmente la Especificación General.

#### Estructura

La estructuración de las Especificaciones Particulares debe contener:

Descripción: Relacionando el conjunto de operaciones por realizar y sus límites.

Clasificación: Algunos trabajos pueden ser clasificados, ya sea por sectores, por características del trabajo o por características de los materiales, o condiciones especiales de la zona donde se desarrollan

Materiales: Se indicarán los diferentes materiales y las características, calidades y ensayos que deben cumplir.

Equipo: Relación del equipo mínimo y adecuado para ejecutar la actividad especial o particular.

- Procedimiento de construcción: Descripción de un procedimiento apropiado en concordancia con una secuencia. Algunas veces no se incorpora esta información por considerar que el constructor conoce las prácticas correspondientes de construcción.

- Control y tolerancia: Valores admisibles para aceptación de una labor en cuanto a espesores, cotas, pendientes, etc.

- Medida: Determinación de la unidad de medida y la forma de su cuantificación y aproximación

- Pago: Diferentes aspectos cuyo costo se debe tener en cuenta en la elaboración del precio unitario de acuerdo a la labor realizada

- Ítem de pago: Descripción del tipo de obra a ejecutar según la unidad de medida especificada.

Cuando la Especificación Particular modifique la Especificación General, el texto de la especificación particular debe corresponder al numeral complementado o modificado.

**Capítulo 5. 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. calculado para el proyecto, como se indica a continuación.

**Capítulo 6. PRODUCTOS ENTREGABLES**

El consultor deberá entregar como productos resultantes de los estudios y diseños para este volumen un presupuesto para licitación, 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 y equipos y cotizaciones) en los formatos dispuestos por el INVIAS en su sistema de calidad.

**Capítulo 7. 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.

### n. VOLUMEN XIV. ESTUDIO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

El Informe Final de FASE II Avanzada, la evaluación socio económico y económico financiera, debe considerar los siguientes capítulos, a saber:

- CAPÍTULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES
- CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN
- CAPÍTULO 3 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGION
- CAPÍTULO 4 ESTIMACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO
- CAPÍTULO 5 INDICADORES ECONÓMICOS
- CAPÍTULO 6 COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS
- CAPÍTULO 7 ALCANCE DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA
- CAPÍTULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### a. OBJETIVO

El Estudio Socioeconómico, además de precisar la localización del proyecto, deberá caracterizar la región en sus aspectos demográficos, sociales, económicos, dotación de infraestructura, usos del suelo, producción y en especial las condiciones de vida de sus pobladores según corresponda a uno u otro municipio y a uno u otro departamento. Del estimativo correspondiente a los costos del proyecto, expresando los mismos a través de un valor por kilómetro, previa definición de sectores homogéneos, y con la información correspondiente realizará la Evaluación Económica pertinente.

Con respecto a la Evaluación Económica el objetivo será realizar el análisis y comparación en términos de valor económico actualizado, de los costos y beneficios sociales1 de dos o más alternativas que propugnen por dar solución a un problema expresado como deficiencia o carencia en el suministro de la infraestructura vial requerida para la comunicación y el transporte.

Como resultado del proceso de evaluación, el Consultor expresará juicio sobre la bondad o conveniencia de asignar recursos para la continuación de los estudios a nivel de Fase III (Fase posterior a la que se piensa ejecutar con el presente proyecto), en la búsqueda de obtener diseños definitivos para implementar el proyecto, como requisito indispensable para obtener beneficios económicos y sociales para la región identificados y diferenciados en cada una de las alternativas de solución propuestas. Tal expresión de juicio,

deberá estar soportado en los indicadores generalmente aceptados y correspondientes a la metodología definida para el cumplimiento del objetivo del estudio.

Deteniéndose de manera amplia y suficiente en el aporte social del proyecto para el área de afectación directa e indirecta.

### b. ALCANCES

El estudio dará cubrimiento suficiente, en la caracterización de la región, de aquellos municipios que entren en la zona de influencia del proyecto y de los departamentos a los cuales pertenecen. La caracterización deberá incluir los vínculos existentes entre las políticas, planes y proyectos nacionales y departamentales con el objeto principal del proyecto.

En cuanto se refiere a los aspectos del análisis o estimación de costos, los mismos mantendrán un referente valido, expresados bajo la consideración de los aspectos propios y singulares del sitio de la obra y los resultados de los estudios particulares, es decir, aquellos que definen el trazado, zonas vulnerables, estimativos de obras especiales, y en general las características y propiedades de cada alternativa que resulten del estudio a nivel de Fase II.

Como condición insoslayable para el cumplimiento del Objetivo, el Consultor deberá identificar todos los costos y beneficios posibles atribuibles al proyecto con la precisión que lo permita el nivel del estudio realizado. Para ello, deberá armonizar información pertinente con cada una de las áreas complementarias del estudio, a fin de facilitar el reconocimiento de las diferencias que se proyectan respecto a la situación Sin y Con proyecto, para cada alternativa considerada.

## Capítulo 2. METODOLOGIA DE EVALUACIÓN

El Consultor presentará la metodología de evaluación 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.

### a. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

En la generalidad de los casos, los estudios que tienen por objeto la Construcción y pavimentación de nuevas vías, así como el Mejoramiento de vías en cuanto a cambios de especificaciones, como la pavimentación de vías existentes pero con superficie en afirmado, o cambios en las dimensiones, como la construcción de segunda calzada, y Rehabilitación de vías que tienen por objeto específico la reconstrucción o recuperación de las condiciones iniciales, dada la posibilidad de identificar en ellos costos y

beneficios, deberá adelantarse la Evaluación Económica mediante la aplicación de la Metodología Análisis Costo Beneficio (ACB), utilizando para ello las herramientas que permitan la generación de informes como Costos de Operación Vehicular y Costos de Mantenimiento entre otros, para cada alternativa.

Para todos los efectos de realizar los Estudios de Evaluación, el consultor reunirá la información pertinente a las condiciones existente de la vía y del proyecto propuesto. De forma general, a continuación se indica la información que debe ser recaudada, con la salvedad en aquellos casos donde no existir vía, deberá considerar como tal la vía alterna por la cual se transita:

- Segmentos homogéneos dinámicos: por volumen de Tránsito, Tipo de pavimento, estado o condición de este último y cualquier otro aspecto que amerite su incorporación. A partir de la información histórica de volúmenes de tránsito deberá efectuarse en principio una segmentación que represente el volumen de tránsito en los primeros diez o más kilómetros, donde el volumen de tránsito está representado por 11.500 vehículos diarios. Un segundo segmento homogéneo correspondería a aquel que represente los 1.500 o más vehículos diarios.

- Características geométricas: Para cada segmento homogéneo representado y expresado, se deberá identificar lo siguiente: Longitudes de segmento, Curvatura vertical y horizontal. Anchos de calzada y bermas. Número de carriles. Velocidad limite y altitud. Tipo de drenaje.

- Características estructurales: Deflexiones, Número estructural, Valores de CBR, Espesores de las capas, tipo de daños y áreas afectadas. Tipo de compactación, Material de la superficie.

- Tipo de Daños: Profundidad media de ahuellamiento, Área fisurada, Valor del Índice de Regularidad Internacional (IRI), Número de baches por kilómetro, Calidad del Drenaje.

- Tránsito: Volumen de TPD actual y futuro, composición y tasas de crecimiento para cada segmento homogéneo identificado. Identificación de Tránsito Atraído, Tránsito desviado, y Tránsito Generado. Identificación de la ocupación vehicular y en lo posible los motivos de viaje de las personas.

- Costos: En cuanto a los Costos del proyecto, estos deberán reunir los Costos de la Obra, la Interventoría, costos por compra de predios e indemnizaciones, Costos correspondientes a la gestión ambiental y a las obras de mitigación, así como lo relacionado con impuesto, utilidad y demás. Considerando el alcance de los estudios estos valores corresponderán a un estimativo debidamente relacionado con características y particularidades del proyecto.

## Capítulo 3. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN

El diagnóstico que enmarque y soporte el documento, corresponderá a aquel que compendie el conjunto de disciplinas participantes en el análisis de la situación actual del proyecto, y proyección futurista de los elementos de la infraestructura requerida para soportar y equilibrar la demanda actual y futura de

infraestructura para el desarrollo industrial, comercial y socio cultural de la regional y aledaño a la zona del proyecto.

Con miras a obtener un documento auto-sostenible, el Consultor deberá incluir dentro del informe, los antecedentes relacionados con el problema por solucionar, identificando el área geográfica y caracterizando la región a través de sus aspectos demográficos y socioeconómicos, además de un resumen de resultados y conclusiones a que se llegue en el estudio de las áreas complementarias del estudio de ingeniería y necesarias para una completa evaluación económica.

Entre estos antecedentes, el Consultor deberá considerar los referidos a la población beneficiada con el proyecto, sus niveles de ingreso, calidad de vida, actividades productivas, usos de la tierra,

etc. Otro aspecto por tratar se refiere a los aspectos legales e institucionales dentro de los cuales se encuentra inserto el proyecto.

Con los antecedentes generales y los estudios de tráfico apropiados, se identificará la situación actual o sin proyecto. Se identificará, de manera clara el problema que se pretende solucionar o la necesidad insatisfecha, indicando y cuantificando todas las alternativas de solución, incluyendo dentro de ellas la no realización de acción alguna, enunciando las implicaciones que ello pueda generar.

## Capítulo 4. ESTIMACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO

El proyecto como fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos periodos deberán ser asociado con la ejecución del proyecto en particular y corresponden a: la inversión misma de la obra, al costo causado por el ejercicio de la interventoría, a los costos de las obras de protección ambiental o mitigación de los efectos, indemnizaciones, adquisición de zonas, etc., así como también formaran parte de los costos todos aquellos beneficios actuales que se obtienen antes de implementar el proyecto y que posteriormente, con la materialización del proyecto se dejaran de percibir.

El ejercicio de identificar los costos y beneficios atribuibles al proyecto, medirlos y valorarlos con el fin de emitir un juicio sobre la conveniencia de realizar el proyecto, constituye de por sí la Evaluación del Proyecto. La determinación de los beneficios económicos radica, en primera instancia en la definición de la demanda de transporte como modo de asociar la actividad económica que genera un proyecto de esta índole, determinando el valor neto de los Costos de Operación Vehicular bajo condiciones Sin y Con proyecto, constituyéndose de esta manera en beneficios básicos de primer orden.

De igual manera los costos netos generados por los Tiempos de Viaje de las personas en cada alternativa, deben calcularse a partir del volumen de vehículos de pasajeros como de su correspondiente nivel de ocupación; identificando los motivos de viaje que permitan efectuar su justa valoración. Los costos netos por Tiempo de Viaje de las personas se constituyen como beneficio de segundo nivel para el proyecto, pudiendo ser o no considerado dentro del agregado de beneficios para la comparación con el total actualizado de

costos.

Adicionalmente deberán calcularse los costos estimados evitables por concepto de mantenimiento vial con la implementación del proyecto.

En resumen, los beneficios se definirán en función del efecto que ejercen en los objetivos fundamentales del proyecto; los costos se definirán en función del costo de oportunidad, es decir, en términos de beneficios a los que se renuncia, de no utilizar los recursos en las mejores opciones disponibles. En consideración a ello, la evaluación que el Consultor debe realizar es la comparación de los beneficios frente a los costos que implica para la sociedad en su conjunto, de tal manera que pueda hacerse un pronunciamiento sobre la contribución que el proyecto hace al ingreso o crecimiento económico, y su distribución a través de su vida económica.

A partir entonces de los Precios de Mercado utilizados en la conformación del presupuesto, el Consultor calculará el Precio Económico del proyecto y del resto de componentes que intervienen en la estructuración del presupuesto, permitiendo así la definición de los beneficios e insumos del

proyecto, tasados a precios económicos. Para ello deberá utilizarse las RPCs (Razones Precio Cuenta) que generalmente son calculados a nivel nacional; los correspondientes a los insumos, el de la divisa, el de la mano de obra calificada y no calificada y los costos de operación vehicular.

Al realizar el cálculo de los precios económicos para valorar los beneficios, los insumos y los eventuales efectos indirectos del proyecto, el Consultor cumplirá con el objeto de conocer el verdadero valor económico de los costos y sus beneficios netos medibles, de modo que la evaluación económica incorpora todos los efectos deseables y su incidencia sobre el bienestar de la sociedad en su conjunto.

El informe que de esta evaluación hará el Consultor, deberá ser presentado en tal forma que sea posible reconstruir los resultados obtenidos, requisito indispensable para su recibo, revisión y aprobación.

## Capítulo 5. INDICADORES ECONÓMICOS

En lo que concierne al proyecto de construcción de una nueva vía que complementara la movilidad de un volumen de usuarios muy importante, y donde los costos y beneficios son posible de reconocimiento y cuantificación, los indicadores económicos que determinen la viabilidad económica serán aquellos que resulten apropiados y convenientes para la representatividad de los impactos que generen las inversiones requeridas.

Por consideración a las características del proyecto, una vez se hayan construidos los Flujos Económicos que permitirán la comparación de alternativas, será posible que el Consultor calcule los indicadores relacionados con el Valor Presente Neto (VPN) actualizado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Razón Beneficio Costo (R B/C) del proyecto.

La identificación de los Flujos Económicos netos corresponderá al flujo de la "situación base" o "situación sin proyecto" menos la "situación con proyecto" proyectada en cada uno de ellos. Existirán tantos Flujos Económicos netos como existan alternativas de solución propuestas.

La acumulación de los beneficios netos de cada año, descontados al año cero mediante el uso de una tasa Inter.-temporal del 12%, permitirán hallar el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), una Relación de Beneficios y Costos económicos (B/C) de cada alternativa y la determinación del momento Óptimo de la realización del proyecto. De esta forma quedará señalada la conveniencia o inconveniencia de implementar la totalidad de las acciones de intervención propuestas, o la necesidad de implementar tal o cual acción y de postergar otras; acentuando y reconociendo los impactos positivos y negativos de unas y otras.

### a. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Es posible que los valores así calculados no correspondan a los valores reales; por ello, deben establecerse los efectos en el Valor Presente Neto (VPN) como producto de variaciones en los costos o beneficios esperados, y para ello, el Consultor modificará la magnitud de las variables más importantes, solas o en combinación, en un determinado porcentaje, identificando en qué proporción es sensible a tales cambios el VPN. Adicionalmente, deberá determinarse hasta dónde será

necesario que se modifiquen los ítems más sensibles y/o representativos de costos y beneficios, para que el VPN sea igual a cero.

Otro de los análisis de sensibilidad deberá ser el de excluir, de los beneficios, los que puedan reportarse por ahorros en los tiempos de viaje de los pasajeros. Si el proyecto requiere de este beneficio para su sostenibilidad, entonces se determinará el costo mínimo necesario de la hora del viajero para que el proyecto sea rentable.

El cálculo de los indicadores de rentabilidad y el análisis de sensibilidad deberá efectuarse en términos de valor económico

## Capítulo 6. COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS

El proyecto de construcción de una nueva vía implica la síntesis de costos y beneficios que ocurrirán en distintos periodos. Sin embargo, las dificultades para la identificarlos y relacionarlos directamente con el proyecto se manifiestan al momento de medirlos y valorarlos. Por ello es preciso que el Consultor documente todos aquellos costos y beneficios, pero que en razón a sus peculiaridades no puedan ser cuantificados. Esto último es muy importante en cuanto que sean estas originalidades las que dependiendo de la magnitud de las mismas, las que determinaran la metodología de evaluación del proyecto de inversión pública.

A partir de ello todo costo y/o beneficio inherente al proyecto deberá describirse e incorporarse en la evaluación. Sin embargo, es posible la identificación de costos y beneficios de difícil cuantificación, los cuales deberán explicarse mediante el suministro de la información que demuestre su existencia y magnitud, a fin de tenerlos en cuenta al momento de la toma de la decisión sobre la realización o no sobre la continuación de los estudios del proyecto.

**Capítulo 7. ALCANCE DE LA EVALUACION ECONOMICA**

El alcance de la evaluación económica guardará una relación directa con la precisión de los estudios de ingeniería y análisis económicos. Considerando que los estudios para la construcción y pavimentación del proyecto corresponden a un nivel de Fase II, la evaluación deberá realizarse igualmente con la precisión que lo permitan los estudios de ingeniería en cuanto a la determinación de costos y beneficios, propios de un nivel de factibilidad. Sin embargo, el uso de supuestos que se incorporen deben estar fortalecidos con información económica y estadística apropiada.

En consecuencia, la evaluación económica corresponderá al nivel de la información que se obtenga y al nivel mismo en que se encuentre los estudios, especialmente los relacionados con los ajustados a los aspectos de Transporte, Trazado, Sección típica y tipo de superficie apropiada. Es decir, que podrá existir una evaluación a nivel de Fase II, en la medida que la información corresponda a esta etapa de estudio.

**Capítulo 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se presentará el resumen de los aspectos considerados como elementos participes en el ejercicio de evaluación económica e interrelacionando los asuntos socioeconómicos observados y las características propias del proyecto. Para tal efecto el Consultor deberá destacar

los contenidos relevantes que como producto del tratamiento de capa capítulo se hayan podido obtener.

A partir de los resultados expresados mediante los indicadores económicos, el Consultor hará una interpretación de los mismos y expresará los posibles aportes del proyecto al bienestar de la población y los alcances que puedan tener sobre ellos. De igual manera y considerando los tres indicadores básicos utilizados: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C) y su con su correspondiente análisis de sensibilidad, el Consultor hará una interpretación de los mismos y proyectara los aspectos que deben ser atendidos durante la ejecución de la Evaluación Económica del Proyecto en la siguiente Fase.

Por último, el Consultor deberá expresar el nivel de cumplimiento de los Objetivos y Alcances dentro de los cuales se enmarcó el ejercicio de Evaluación Económica del proyecto de inversión pública.

### o. 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:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. FORMA DE PRESENTACIÓN

**Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

En el Informe Final, el Consultor integrará todos los estudios mencionados a continuación. Este informe constará de los siguientes capítulos (depende de la fase a estudiar):

- VOLUMEN I. TRANSITO
- VOLUMEN II. ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMETRICO
- VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGÍA
- VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS.
- VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.
- VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTECNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO
- VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACION
- VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS
- VOLUMEN IX. ESTUDIO Y DISEÑO DE URBANISMO Y PAISAJISMO
- VOLUMEN X. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL
- VOLUMEN XI. ESTUDIO GESTION PREDIAL
- VOLUMEN XII. ESTUDIO DE ANÁLISIS DEL RIESGO Y SOSTENIBILIDAD.
- VOLUMEN XIII. ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS.
- VOLUMEN XIV. ESTUDIO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO
- VOLUMEN XV. INFORME FINAL EJECUTIVO

A su vez, parte de 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.

Se debe incluir una ficha técnica que incluya por lo menos la siguiente información: localización y longitud de la meta física ejecutada, transito promedio diario (discriminado por composición vehicular), ejes equivalentes a partir del TPD, parámetros de diseño geométrico, consideraciones generales de seguridad vial y señalización, relación de la señalización diseñada, listado del resultado del inventario de zonas inestabilidades - obras de drenaje – estructuras (En los casos que las áreas específicas contemplen diseño, se deben relacionar las obras diseñadas), ubicación de cruces con zonas pobladas, ubicación de fuentes de material, tipos y tratamientos para estructuras de pavimento, valor del proyecto (etapas y plazos) y toda aquella información base que permita al lector que de manera rápida tenga acceso a la descripción y resultado de la propuesta de diseño.

A continuación, se ilustran alguna información resumen a ser incluida en la ficha:

-Descripción del alcance de los estudios y diseños:
-Objeto del contrato:
-Carretera
-Tramo
-Sector
-Localización y longitud de la meta física de estudios y diseños ejecutada: (alcance físico de la ruta _____ sector_____desde el PR_____hasta_____).

| **Información del Tránsito para el año_____en el corredor_____tramos_____** | |
|---|---|
| Auto | 70,00 |
| Bus | 20,00 |
| C2P | 9,00 |
| C2G | 16,00 |
| C3 y C4 | 1,00 |
| C5 | 0,00 |

| | |
|---|---|
| >C5 | 0,00 |
| Moto | 180,00 |
| **Total Mixto** | **296,00** |

Nota: incluir información de puntos de alto conflicto, incluso peatones

| **Información de ejes equivalentes en el corredor_____tramos_____** | |
|---|---|
| Ejes equivalentes de 8,2Ton (____años) - T0 | |

| **PARAMETROS GEOMETRICOS** | | |
|---|---|---|
| **Sección Típica de la Carretera** | | **Velocidad de Diseño** |
| Número de carriles | | |
| Ancho de Carril | | |
| Ancho de Berma | | |
| Ancho de Cuneta | | |
| Ancho Total de la Corona | | |
| **Sección Típica de Pasos Urbanos** | | **Velocidad de Diseño** |
| Número de carriles | | |
| Ancho de Carril | | |
| Ancho de Andén | | |
| Ancho Total de la Corona | | |

Consideraciones generales de seguridad vial y señalización: (INCLUIR PARTICULARIDADES)

Señalización: Relación de la señalización que se proyecta instalar.

| ITEM | CANTIDAD | Unidad |
|---|---|---|
| Línea de demarcación con pintura en frío | | m |
| Señalización vertical | | Unidades |
| Marca vial con pintura en frio | | m2 |
| Otros ítems | | |

| SOLUCIÓN GEOTECNICA - ZONAS INESTABILIDADES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **N°** | **ABSCISA INICIAL** | **ABSCISA FINAL** | **Longitud (m)** | **Ruta** | **SOLUCIÓN GEOTECNICA** |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| n | | | | | |

| ZODMES PROPUESTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N°** | **LOCALIZACIÓN** | **TRAMO** | **RUTA** | **CAPACIDAD (m3)** |
| **1** | | | | |
| **2** | | | | |
| **N** | | | | |

| **Alternativa_____- Estructura de Pavimento** | |
|---|---|
| Capa A | |
| Capa B | |
| Capa C | |

| **Relación obras de drenaje TRAMO_____RUTA____del PR_____HASTA EL PR** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **N°** | **Abscisa** | **Tipo de Obra Propuesta** | **Diámetro(m)** | **Altura (m)** | **Base (m)** | **Longitud(m)** |
| 1 | | Box Culvert | | | | |
| 2 | | Alcantarilla | | | | |
| 3 | | OTRA | | | | |
| | | | | | | |

RELACION DE PUENTES EXISTENTES/NUEVOS/DISEÑADOS

| **Puente** | **No, De luces** | **Luz (m),** | **Ancho Tablero (m),** | **Características generales** | **Resultados de los ensayos de patología (Si aplica)** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

| **Cunetas diseñadas** | | |
|---|---|---|
| Abscisas | Costado | Long. |
| | | |

| RELACIÓN DE MUROS DISEÑADOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **MURO** | **INICIO** | **FIN** | **Longitud (m)** | **Altura Máxima Muro (m)** | **Tipología** |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Cruces urbanos y veredales: A continuación, se relacionan los cruces veredales y urbanos para los cuales se proyecto diseño urbanístico.

| TRAMO | SECTOR | ABSCISA | Tipo de cruce |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |

Predial: A continuación se identificaron los predios y/o requeridas para intervención

| MUNICIPIO | NÚMERO DE PREDIOS | ÁREA REQUERIDA (Ha) | Tipo de uso o clasificación delárea homogénea |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |

| Presupuesto final del proyecto con un plazo de | | |
|---|---|---|
| **Item** | **Descripción** | **Valor a la fecha aprobación volumen** |
| | | |
| Siguiente etapa de Estudios y Diseños para llegar a ingeniería de Detalle | | |
| | | |

Nota: Incluir si el resultado de los estudios arroja que se deben contemplar varias etapas.

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.

## Capítulo 2. FORMA DE PRESENTACIÓN

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

Cada Volumen se entregará impreso a doble cara en original (un original) y cuatro (4) copias en medio magnético (DVDs) y/o dispositivos externos de almacenamiento, en medio 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.

<table>
<tr><td rowspan="5">LOGO INVIAS</td><td rowspan="5">CONSULTOR:</td><td rowspan="5">INTERVENTOR:</td><td rowspan="5">CONTRATO:</td><td>Director consultoria:</td><td>Director interventoria:</td><td colspan="2">MODIFICACIONES</td><td rowspan="5">CONTIENE:</td></tr>
<tr><td>FIRMA</td><td>FIRMA</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Nombre y Matricula</td><td>Nombre y Matricula</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Especialista consultoria:</td><td>Especialista interventoria:</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>FIRMA</td><td>FIRMA</td><td>Dibujó:</td><td>Fecha:</td></tr>
</table>

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Nombre y Matricula | Nombre y Matricula | | | ESCALA | PLANO No. |

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 interventoria, 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 interventoria, 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. Los volúmenes deber se escaneados para garantizar que sean fiel copia de su original.

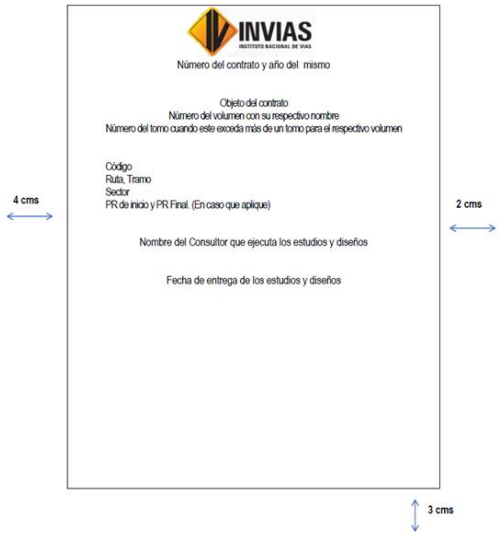
Para cada volumen técnico que contenga información georreferenciada (incluidos los resultados de las exploraciones y ensayos) se deberá entregar la respectiva base de datos espacial diseñada por el especialista en SIG y cumpliendo con lo establecido por la oficina encargada del SIG en el INVIAS (Aplicar 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.

lo cual deberá ser consultado por el consultor en dicha oficina.

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




### d. 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.

### e. 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).

**ENTREGA Y FORMA DE PRESENTACIÓN**

Se debe entregar al INVÍAS, previa revisión por parte de la Interventoría un (1) original y una (1) copia impresa y en medio magnético el resultado de la revisión, ajuste y/o actualización y/o modificación y/o complementación de los estudios y diseños existentes y/o elaboración del cálculo de la estructura del pavimento y/o cálculos estructurales y/o de todas las obras requeridas para garantizar la estabilidad de la infraestructura vial.
El contratista deberá presentar semanalmente a la interventoría y gestor del contrato un informe del desarrollo de esta actividad.

Para la elaboración y entrega de planos, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Los planos del componente abiótico se entregarán conforme los estándares cartográficos que apliquen a cada cobertura con superposición de la (s) obra (s) a ejecutar

En la evaluación de las todas las obras programadas y aquellas que se requieran para garantizar la estabilidad de la infraestructura vial tales como la construcción de estructuras cajón, el diseño geométrico, la

fundación de las estructuras en concreto, metálicas y la estructura del pavimento, entre otras deberá presentar memorias de cálculo, los planos de todas las plantas, los despieces, cortes y todos los detalles de los elementos estructurales y las especificaciones técnicas en caso de requerirse, en lo cual se determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución (materialización de la obra.)

Las especificaciones y normas técnicas que se incluyen en el proyecto, son un documento donde se establecen las condiciones y requisitos de carácter técnico que deben cumplir los materiales, formaletas y todo lo relacionado con las obras a ejecutar.

Los planos de construcción: el contratista elaborará los planos de cada una de las obras que contempla el proyecto, incluyendo los planos complementarios (detalles de construcción, cuadro resumen, esquemas de localización del proyecto, reducidos, etc.), que se requieren para la construcción de las obras, presentados de acuerdo con la metodología vigente del sistema de información del INVIAS, y en medio magnético, acorde igualmente a lo indicado anteriormente para cada una de las áreas de estudio

El contratista deberá entregar un (1) juego completo digitalmente de los planos que corresponden al proyecto y sus respectivos planos constructivos.

Se deberá entregar un informe ejecutivo que permita localizar geográficamente las obras del proyecto, sus antecedentes, las características técnicas de cada una de las áreas de los estudios y diseños adicionalmente debe incluir el cuadro de cantidades de obra.

La descripción de las especialidades relacionadas y actividades descritas no es limitativa. El contratista a través de su grupo de especialistas, en cuanto lo considere necesario, los ampliará o profundizará, adelantando igualmente la revisión y/o verificación y/o actualización y/o modificación y/o complementación de todas las áreas o componentes que considere necesarios, siendo responsable de todos los trabajos y estudios que realice.

## REVISIÓN Y APROBACIÓN

Todos los documentos y planos que hayan resultado de la complementación ajuste y actualización de los estudios, por parte del grupo de especialistas del contratista serán revisados por el interventor del contrato y sus especialistas en el área de su competencia.

El contratista presentará los estudios de actualización y ajuste por intermedio de su director de estudios y grupo de especialistas, para la revisión de la interventoría y sus especialistas respectivos.

De presentarse observaciones, el contratista deberá proceder con las aclaraciones, correcciones y ajustes objeto de las revisiones y las someterá a aprobación por parte de la Interventoría.

El contratista será responsable por los posibles diseños propuestos para cada una de las actividades desarrolladas, de acuerdo a la presente especificación particular.

## PLAZO

La elaboración de esta actividad tendrá un plazo según lo estipulado en el **Anexo Técnico**. En este plazo esta actividad debe ser elaborada, revisada y aprobada por las partes, para lo cual deberá existir total coordinación entre contratista e interventor. Esta actividad es independiente de la ejecución de las demás obras de mejoramiento y mantenimiento programadas en el sector contratado, las cuales deben iniciarse una vez dada la orden de iniciación.

## MEDIDA Y FORMA DE PAGO

El pago de este ítem será por el Valor Global para la revisión y/o ajuste y/o actualización y/o modificación y/o incorporación y/u optimización y/o complementación de los Estudios y Diseños a nivel de Fase II Avanzada y/o Fase III (según corresponda), de la propuesta del Contratista en concordancia con lo estipulado en el anexo tecnico del Pliego de Condiciones, debidamente elaborados de acuerdo con esta especificación particular. El pago total se efectuará mediante pagos parciales contra entregas parciales de Estudios por sectores terminados, revisados y aprobados por el Interventor, según el cronograma de elaboración de los Estudios previsto por el contratista e interventor para este efecto.

Se aclara que el tope máximo para el pago de los estudios y diseños a ejecutar es el valor estipulado en el FORMULARIO No. 1, es decir, el CONTRATISTA debe ajustarse a ese valor para alcanzar la meta física relacionada con esta actividad.

El pago del item Revisión y/o ajuste y/o actualización y/o modificación y/o incorporación y/u optimización y/o complementación de los Estudios y Diseños, cubre los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades requeridas para tal fin y de esta manera garantizar que se contará con los productos técnicos de las diferentes áreas de estudio y requeridas, para la posterior materialización de la infraestructura y así suplir la necesidad contratada.

Para este caso “recursos necesarios” son: **1)** Costos de personal de las diferentes disciplinas según alcance: Especialistas, profesionales, técnicos, auxiliares y trabajadores de apoyo (incluye factor multiplicador honorarios, prestaciones sociales, costos de perfeccionamiento e impuestos que se generen por la celebración y ejecución del contrato, gastos generados por la adquisición de herramientas o insumos necesarios para la realización de la labor, gastos de administración, gastos de oficina, gastos de equipos de cómputo, telefonía, gastos contingentes y demás costos indirectos en que él incurra por la ejecución del contrato.), **2)** Costos directos: (Adquisición de información secundaria, viáticos, desplazamientos, transportes, vehículos, toma de información, ensayos de campo y laboratorio, levantamientos topográficos, batimetrías, perforaciones en diferente material, exploración y muestreo, ensayos geofísicos, inventarios,

gestión social, predial, sosteniblidad y ambiental requerida, edición de informes, planos, conceptos técnicos, copias magnéticas, entre otros.).

El Contratista se obliga a efectuar los aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, so pena de hacerse acreedor a las sanciones correspondientes impuestas por la autoridad competente. Corresponderá al interventor del contrato durante la ejecución del mismo y en el momento de su liquidación, efectuar el control de las obligaciones contraídas por El Contratista en la forma establecida en el artículo 50 de la Ley 789 de 2002 y artículo 25 de la Ley 1607 de 2012. La acreditación de estos aportes se requerirá para la realización de cada pago derivado del presente contrato, al tenor de lo dispuesto por el artículo 23 de la Ley 1150 de 2007.

Una vez se adelante la revisión de los estudios existentes, el Contratista deberá presentar a la Entidad para aval, con la debida revisión y aprobación de la Interventoría, un Informe Técnico de condición del estado de arte de los estudios y diseños, así como los alcances necesarios para obtener un producto que permita la materialización de cada volumen.

Los alcances deben estar soportados con un plan de trabajo "*Cronograma*", en el cual se deberá: **1)** desglosar las actividades a desarrollar en cada volumen, **2)** indicar la fecha máxima de aprobación por la interventoría de los volumenes y **3)** realizar la asignación porcentual y costo de cada volumen, calculado sobre el costo global estimado por la Entidad.

Al final, el costo global estimado por la Entidad debe ser el resultado de la suma aritmética del valor porcentual de cada uno de los volúmenes acogidos para el proyecto.

En ese orden de ideas, el Consultor debe presentar al Instituto para aprobación final, un Informe Técnico de condición del estado de arte con su respectivo cronograma de trabajo específico para cada una de las áreas de estudio de acuerdo con las actividades mencionadas anteriormente, sin superar el plazo y los recursos establecidos por la Entidad y debidamente revisado y aprobado por el interventor.

El pago al consultor por cada uno de los volúmenes correspondientes será a precio global fijo, de acuerdo al peso porcentual asignado a cada volumen y al valor calculado por el consultor, debidamente presentado a la Entidad con la revisión y aprobación de la interventoría.

Se aclara que todas las "FECHA MAXIMA DE APROBACION POR LA INTERVENTORÍA DE LOS VOLUMENES" que sean aprobadas, corresponden a fechas de radicados en la entidad, por lo que será de responsabilidad del Consultor e Interventor, coordinar y programar los plazos de entrega parciales y finales de productos y subproductos para cumplir con las fechas establecidas en él cronograma. De la misma forma, es responsabilidad de la Interventoría, definir los tiempos y/o plazos que estime necesario para la revisión de versiones preliminares de cada uno de los productos por parte de sus especialistas, garantizando la entrega de la "versión final" de cada uno de los volúmenes dentro de las fechas pactadas.

Todos los productos y/o volúmenes tienen la estricta obligación de contar con la revisión y aprobación de la interventoría.

Para el pago total de un volumen, el consultor debe anexar a la correspondiente acta de costos, copia del oficio donde el interventor manifieste en forma clara y expresa la aprobación del correspondiente volumen y copia del radicado al INVIAS donde conste la entrega en forma física y magnética del volumen correspondiente, con todos sus anexos y planos, de acuerdo a las especificaciones de impresión, empaste y edición, establecidas en los presentes requerimientos técnicos para la entrega de los volúmenes y de acuerdo a las fechas establecidas en el Cronograma de Trabajo presentado por el consultor y aprobado por la interventoría.

La Entidad recomienda a la Consultoría, que, durante la elaboración de cada uno de los volúmenes, vaya haciendo entregas parciales a la Interventoría del material trabajado, con el fin de que este proceso de revisión no se concentre en el último mes del límite establecido en el cronograma de trabajo.

Una vez que la totalidad de los volúmenes que hacen parte de los Estudios y Diseños se encuentren aprobados por la Interventoría, se suscribirá el Acta de Entrega y Recibo Definitivo de los Estudios y Diseños. Si las observaciones y compromisos descritos por parte de la interventoría no son atendidos por parte del consultor, se procederá a efectuar la aplicación de los procedimientos administrativos correspondientes y el siniestro por calidad ante la compañía aseguradora.

Esta Acta deberá contener de manera clara y explícita toda la información técnica que se haya elaborado durante la ejecución del contrato. Esto con el fin de que cuando se requiera una certificación de ejecución se pueda relacionar esta información. La Entidad no expedirá certificaciones de ejecución y acreditación de experiencia con información adicional a la que contenga el acta de recibo suscrita entre el Consultor e Interventor.

*ÍTEM DE PAGO*

| **ÍTEM DE PAGO** | | |
|---|---|---|
| Especificación Particular | Revisión, ajuste y/o actualización y/o modificación y/o complementación de los estudios y diseños y/o elaboración del cálculo de la estructura del pavimento y/o cálculos estructurales y/o de obras requeridas para garantizar la estabilidad de la infraestructura vial. | Global |

**Nota: Todos los volúmenes relacionados y solicitados en la especificación descrita anteriormente, serán los solicitados por el Interventor y Supervisor durante la ejecución del contrato.**