ANEXO 1.1.

LINEAMIENTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

ESTUDIOS Y DISEÑOS CONSTRUCCIÓN VÍA EL ARO.

“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y PAVIMENTACIÓN DE LA VÍA; EL ARO - VÍA PUERTO VALDIVIA - PRESA, EN EL MUNICIPIO DE ITUANGO EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA."

ENERO 2024

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN 1
ENTREGABLES DEL PROYECTO 1
1. I. ESTUDIO DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO 1
1.1.1 Capítulo 1. Objetivos y alcances 2
1.1.2 Capítulo 2. Metodología 3
1.1.3 Capítulo 3. Recopilación de información secundaria y primaria 4
1.1.4 Capítulo 4. Análisis y Proyecciones de tránsito 11
1.1.5 Capítulo 5. Otros análisis 14
1.1.6 Capítulo 6. Estimación de la capacidad y niveles de servicio 15
1.1.7 Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones 17
1.1.8 Capítulo 8. Anexos 17
1.1.9 Capítulo 9. Entregables 18
2. II. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS 18
2.0 Capítulo 1. Objetivo y alcances 18
2.1 Capítulo 2. Metodología 19
2.2 Capítulo 3. Amarre a la red geodésica en el Sistema MAGNA-SIRGAS 20
2.3 Capítulo 4. Carteras 22
2.4 Capítulo 5. Entregables 22
3. III. ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN VIAL 23
3.1 Capítulo 1. Objetivo y alcances 24
3.2 Capítulo 2. Información geográfica georreferenciada 26
3.3 Capítulo 3. Criterios de diseño 26
3.4 Capítulo 4. Seguridad vial 27
3.5 Capítulo 5. Señalización vial 27
3.6 Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones 28
3.7 Capítulo 7. Entregables 29
4. IV. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA LOCAL 34
4.1 Capítulo 1. Objetivos y alcances 34
4.2 Capítulo 2. Descripción de la metodología 35

4.3 Capítulo 3. Estudio de las amenazas geológicas naturales 36
4.4 Capítulo 4. Estudio de la Geología Regional..... 36
4.5 Capítulo 5. Entregables..... 37
5. V. ESTUDIO DE SUELOS PARA DISENO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS..... 37
1. Capítulo 1. Objetivo y alcances 38
1.1 OBJETIVO 38
1.2 ALCANCES..... 38
2. Capítulo 2. Metodología del estudio 39
3. Capítulo 3. Localización y descripción del proyecto 41
3.1 LOCALIZACIÓN..... 41
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 42
4. Capítulo 4. Recopilación de información del proyecto..... 42
5. Capítulo 5. Trabajos de campo..... 42
5.1 ENSAYOS DE LABORATORIO 43
~~6.~~ Capítulo 6. Análisis de socavación 43
7. Capítulo 6. Análisis geotécnico..... 44
7.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO 44
7.2 CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO 45
8. Capítulo 8. Obras complementarias 45
9. Capítulo 9. Conclusiones y recomendaciones..... 45
10. ANEXOS DEL VOLUMEN..... 46
6. VI. ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA Y SOCAVACIÓN..... 47
6.1 Capítulo 1. Objetivo y alcances..... 47
6.2 Capítulo 2. Estudio hidrológico..... 48
6.3 Capítulo 3. Estudio hidráulico..... 53
6.4 Capítulo 4. Estudio de socavación 57
6.5 Capítulo 5. Resultados y Memorias de cálculo 59

6.6 Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones 59
6.7 Capítulo 7. Entregables 60
7. VII. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO PAVIMENTOS 60
7.1 Capítulo 1. Objetivo y alcances 61
7.2 Capítulo 2. Descripción de la metodología 62
7.3 Capítulo 3. Información existente 62
7.4 Capítulo 4. Trabajos de campo 62
7.5 Capítulo 5. Diseño de pavimento 66
7.6 Capítulo 6. Secciones transversales 67
7.7 Capítulo 7. Entregables 67
8. VIII. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES, ZONAS DE DISPOSICION DE SOBRANTES Y PUNTOS CRITICOS 68
8.1 Capítulo 1. Objetivos y alcance 68
8.2 Capítulo 2. Descripción de la metodología 69
8.3 Capítulo 3. Estudio de antecedentes 70
8.4 Capítulo 4. Estudio de campo 70
8.5 Capítulo 5. Estudio de oficina 72
8.6 Capítulo 6. Resultados, conclusiones y recomendaciones. 73
8.7 Capitulo 7. Entregables 74
9. IX. ESTUDIO Y DISENO DE ESTRUCTURAS 74
9.1 Capítulo 1. Objetivo y alcances 75
9.2 Capítulo 2. Descripción de la Metodología 75
9.3 Capítulo 3. Planos de diseño y construcción. 76
9.4 Capítulo 4. Entregables 76
10. X. ESTUDIO Y DISENO DE URBANISMO Y PAISAJISMO 76
10.1 OBJETIVO Y ALCANCE. 76
10.2 METODOLOGÍA 77

10.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL ÁREA DE URBANISMO Y PAISAJISMO 77
REVISION Y APROPIACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE DISEÑO URBANO Y PAISAJÍSTICO 77
Proyecto definitivo del área de urbanismo y paisajismo 78
11. XI. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL, SOCIAL Y SST 82
11.1 Capítulo 1. Objetivos y alcances 83
11.2 Capítulo 2. Licencia Ambiental 84
11.3 Capítulo 3. Plan del Aprovechamiento y Manejo Forestal 85
11.4 Capítulo 4. Fuentes de Materiales y Zonas de depósito (ZODMES) 86
11.5 Capítulo 5. Documentos adicionales 88
11.6 Capítulo 6. Permisos ambientales 88
11.7 Capitulo 7. Conclusiones y Recomendaciones 89
11.8 Capítulo 8. Entregables 90
12. XII. ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL (PLAN DE MANEJO DE TRANSITO) 92
12.1 Entregables 93
13. XIII. ESTUDIO GESTIÓN PREDIAL 93
13.1 Capítulo 1. Objetivos y Alcances: 94
13.2 Capítulo 2. Generalidades 94
13.3 Capítulo 3. Plano General de afectación predial. 96
13.4 Capítulo 4. Investigación técnica y levantamiento topográfico. 96
13.5 Capítulo 5. Investigación catastral: 97
13.6 Capítulo 6. Elaboración de planos y fichas prediales 98
13.7 Capítulo 7. Avalúo comercial 103
13.8 Capítulo 8. Estudio de títulos 105
13.9 Capítulo 9. Investigación, diagnóstico y caracterización socio-predial 107
13.10 Capítulo 10. Entregables 107

14. XIV. ESTUDIO DE ANALISIS Y GESTION DEL RIESGO Y SOSTENIBILIDAD 108
14.1 Capítulo 1. Generalidades 109
14.2 Capitulo 2. Conclusiones y Recomendaciones 112
14.3 Capítulo 3. Entregables 112
15. XV. ESTUDIO ESTIMACION DE CANTIDADES DE OBRA, COSTOS Y PRESUPUESTOS (INCLUYE PROCESO CONTRUCTIVO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS) 112
15.1 Capítulo 1. Objetivo y alcances 113
15.2 Capítulo 2. Cantidades de obra 114
15.3 Capítulo 3. Especificaciones técnicas de construcción 115
15.4 Capítulo 4. Proceso constructivo 116
15.5 Capítulo 5. Análisis de precios unitarios 116
15.6 Capítulo 6. Presupuesto 121
15.7 Capítulo 7. Programa general de construcción, cronograma de ejecución de obra, programa de utilización de equipos, de materiales y de inversión 124
15.8 Capítulo 8. Entregables 130
16. XVI. INFORME EJECUTIVO 130
Aclaraciones Finales para los Estudios y Diseños 130

INTRODUCCIÓN

El alcance técnico referente a la Consultoría para los Estudios y Diseños para construcción de vía nueva en Fase III, incluye la descripción de los componentes técnicos y ambientales, de manera que los diseños aseguren la duración del pavimento, el adecuado drenaje longitudinal y transversal, comodidad y seguridad vial en el tránsito, solución de puntos críticos y manejo de los impactos ambientales.

ENTREGABLES DEL PROYECTO

Los entregables de los Estudios y Diseños para el proyecto son:

1. I. ESTUDIO DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

El estudio de tránsito, capacidad y niveles de servicio cuantificará y proyectará el TPD a partir de la información secundaria y primaria. Determinará el número de ejes equivalentes de diseño, para poder definir el alcance del proyecto y los parámetros de diseño pavimento.

El Informe Final de FASE III del Estudio de Tránsito, de manera general debe considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA
CAPITULO 3: RECOPILACION DE INFORMACIÓN SECUNDARIA Y PRIMARIA
CAPITULO 4. ANÁLISIS Y PROYECCIONES DE TRÁNSITO
CAPITULO 5. OTROS ANÁLISIS
CAPITULO 6. ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 8. ANEXOS
CAPITULO 9. ENTREGABLES

Los estudios de tránsito y transporte deben considerar el análisis de la movilidad, tránsito y transporte para construir una vía nueva, en una zona determinada, contemplando coordinadamente los diferentes elementos que la componen y simulando la interacción de los nuevos proyectos viales con la red proyectada y existente, realizando un diagnóstico del área

de influencia de los proyectos, caracterización del tránsito de modos motorizados y no motorizados (peatones y bici usuarios), estimación del TPD proyectado, y la estimación de los niveles de servicio que proporcionen soluciones ajustadas a cada proyecto para obtener una movilidad eficiente y segura.

Con el estudio se espera conocer el TPD proyectado, así como el análisis de la Capacidad y Niveles de Servicio para obtener las mejores especificaciones para el trazado y el diseño de la vía proyectada. Se deberán considerar variables del flujo peatonal para la operación del corredor para detectar posibles falencias del sistema peatonal. También se considerarán los requerimientos para plantear posibles soluciones seguras que garanticen la movilidad de los peatones y recomendaciones para elaborar propuestas de generación de ciclorrutas.

1.1.1 Capítulo 1. Objetivos y alcances

Objetivos:
Determinar el Tránsito Promedio Diario 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 INVÍAS. Se deben realizar 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.

Los objetivos y alcances de este estudio deben estar enfocados en el cálculo de Ejes equivalentes para el posterior cálculo de la estructura del pavimento.

Los resultados del Estudio de Tránsito, deben ser la base para:

- ✓ Aportar los datos requeridos para la formulación del Plan de Manejo de Tránsito (de ser necesario).
- ✓ 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.
- ✓ Para asegurar la seguridad vial de este actor, se deberá recopilar información sobre el tránsito peatonal, reflejado en la inclusión de señalización vertical y horizontal específica y pasos peatonales y/o escolares.

Alcances:

Determinar la demanda de tránsito para el período establecido como horizonte del proyecto, junto con su composición vehicular, peatonal y de bicicletas, mediante información primaria de campo, complementada con información secundaria existente del INVIAS, u otras fuentes, de las matrices origen de viajes y otros datos de tránsito, que permitan establecer valores actualizados considerando los ajustes de estacionalidad temporal para la demanda más crítica del año.

Antes de conseguir información secundaria y tomar información primaria, mediante estudios de campo, el Consultor debe definir el área de influencia del proyecto, para identificar correctamente las fuentes de información secundaria a utilizar y los sitios donde se podrán aplicar los estudios de campo.

El alcance esencial del Estudio de Transito es la obtención mediante información primaria de campo, complementada con la información secundaria existente, las matrices origen destino de viajes y los datos de tránsito que permitan establecer valores actualizados en las proyecciones de este, 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.

Estimación de la capacidad vial y los niveles de servicio de la vía nueva proyectada, que permita su posterior comparación y jerarquización.

Análisis de las variables de flujo peatonal y bici usuarios a partir de información primaria y secundaria dentro de las alternativas propuestas, para plantear soluciones seguras que garanticen la movilidad de los modos no motorizados y generar recomendaciones para desarrollarlas en las siguientes fases de estudio; como la generación de ciclorrutas.

Estimación del Tránsito Promedio Diario

1.1.2 Capítulo 2. Metodología

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

En este capítulo se debe describir la metodología empleada para la recopilación y análisis de información secundaria, y para la toma de información de campo. Así mismo, 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, según sea el caso se debe incluir: tipo de vehículo, tipo y número de ejes del camión (para estimación del TPD).

Hay que considerar que las metodologías para estudios y diseños de proyectos viales imponen la necesidad de 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.

La metodología propuesta deberá comprender los insumos o retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas, que intervienen en el diseño integral del proyecto.

1.1.3 Capítulo 3. Recopilación de información secundaria y primaria

Se deberá estudiar la red del sistema de transporte tanto interregional bajo el contexto nacional, como dentro de la región o zona en que se adelantará el proyecto.

Se elaborarán los inventarios de la red y la señalización existente, con el fin de determinar las actuales posibilidades de comunicación entre los sitios en estudio y proyectar el comportamiento de los flujos de transporte frente a una nueva alternativa de comunicación, de igual manera con el fin de comparar distancias, costos y tiempos de viaje como parámetros de evaluación de los beneficios de la nueva opción de comunicación. Se hará énfasis en la conectividad adicional que se puede conseguir con el nuevo proyecto.

En relación con el marco normativo, el Consultor debe valorar todo el conjunto de normas, leyes y manuales que regulen los anteriores factores para Colombia, y en particular, pero sin limitarse a ellos, se deberán considerar los siguientes documentos:

Tabla 1. Marco jurídico y normatividad técnica aplicable para el componente.

No.	Documento	Tipo de Documento
1	Ley 769 de 2002 – Código Nacional de Tránsito.	Normativo
2	Ley 1383 de 2010 – Por la cual se reforma la ley 769 de 2002 – Código Nacional de Tránsito, y se dictan otras disposiciones.	Normativo
3	Decreto 2060 de octubre 22 de 2015, “Por el cual se adiciona el Decreto 1079 de 2015 y se reglamenta el artículo 84 de la Ley 1450 de 2011”. Parte 5, SISTEMAS INTELIGENTES PARA LA INFRAESTRUCTURA, EL TRÁNSITO Y EL TRANSPORTE (SIT).	Normativo
4	Decreto 1079 de mayo 26 de 2015, “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte”. PARTE 5, SISTEMAS INTELIGENTES PARA LA INFRAESTRUCTURA, EL TRÁNSITO Y EL TRANSPORTE (SIT).	Normativo
5	Resolución 546 del 9 de marzo de 2018, “Por la cual se adecua la reglamentación del sistema de Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV), se establecen normas de protección a los usuarios y se dictan otras disposiciones”.	Normativo
6	Documentos de evaluación del modelo de operación para la interoperabilidad de peajes electrónicos IP/REV y esquema propuesto en las Resoluciones 4303 de 2015, 3379 de 2016 y 5708 de 2016 expedidas por el Ministerios de Transporte.	Normativo

No.	Documento	Tipo de Documento
7	Resolución 546 del 9 de marzo del 2018 “Por la cual se adecua la reglamentación del sistema de Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV), se establecen normas de proyección a los usuarios y se dictan otras disposiciones” y la Resolución 883 del 11 de marzo del 2019 "Por la cual se prorrogan los plazos del régimen de transición establecidos en el artículo 33 de la Resolución 00546 de 2018 del Ministerio de Transporte".	Normativo
8	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.	Normativo
9	Criterios para los diseños específicos para los pasos urbanos definidos en el decreto 2976 de 2010.	Normativo

Tabla 2. Manuales Técnicos.

No.	Documento	Tipo de documento
1	MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA CARRETERAS, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009.	Manual Técnico del INVÍAS.
2	MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS	Manual Técnico del INVÍAS.

No.	Documento	Tipo de documento
	VOLÚMENES DE TRÁNSITO, adoptado mediante Resolución No.002857 del 6 de julio de 1999.	
3	MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO adoptado mediante Resolución No. 003482 de 2007.	Manual Técnico del INVÍAS
4	MANUAL DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO PARA VÍAS MULTICARRIL - Primera Versión., INVÍAS, 2020.	Manual Técnico del INVÍAS
5	MANUAL DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES - Primera Versión. INVÍAS, 2020.	Manual Técnico del INVÍAS
6	MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL - DISPOSITIVOS UNIFORMES PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN CALLES, CARRETERAS Y CICLORRUTAS DE COLOMBIA. Adoptado por Resolución 1885 de 2015.	Manual del Ministerio de Transporte
7	METODOLOGÍAS DE TRABAJO PARA LA SEÑALIZACIÓN DE VELOCIDAD Y ZONAS DE ADELANTAMIENTO EN LA RED NACIONAL DE CARRETERA adoptado mediante Resolución No 001384 de abril 20 de 2010.	Manual del Ministerio de Transporte

No.	Documento	Tipo de documento
8	MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VÍAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO, adoptado mediante Resolución 000803 de 2009.	Manual del Ministerio de Transporte
9	GUIA DE CICLOINFRAESTRUCTURA PARA CIUDADES COLOMBIANAS, Ministerio de Transporte, 2016.	Guía del Ministerio de Transporte
10	NTC 6107-1: SEÑALIZACIÓN VERTICAL DE CALLES Y CARRETERAS. DISPOSITIVOS DEFORMABLES PORTÁTILES Y FIJOS PARA SEÑALIZACIÓN VIAL PARTE 1.NTC 6107-2: SEÑALIZACIÓN VERTICAL DE CALLES Y CARRETERAS. DISPOSITIVOS DEFORMABLES PORTÁTILES Y FIJOS PARA SEÑALIZACIÓN VIAL PARTE 2. NTC 6107-3: SEÑALIZACIÓN VERTICAL DE CALLES Y CARRETERAS. DISPOSITIVOS DEFORMABLES PORTÁTILES Y FIJOS PARA SEÑALIZACIÓN VIAL PARTE 3.NTC 6107-3: SEÑALIZACIÓN VERTICAL DE CALLES Y CARRETERAS. DISPOSITIVOS PORTÁTILES Y FIJOS DEFORMABLES PARA SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 5. HITOS DE	Normas Técnicas Colombianas

No.	Documento	Tipo de documento
	VÉRTICE y cumplimiento de los requisitos del producto.	

Se determinará el grado de desarrollo físico de esas infraestructuras y el comportamiento en materia de viajes de pasajeros, carga y vehículos. Se hará énfasis en la complementariedad de las redes de transporte y en la conectividad adicional que puede conseguirse con el nuevo proyecto. Al inicio se deberá describir el tipo de proyecto e indicar su localización dentro de la red vial, configurando la zona de influencia de este.

En cuanto a la información secundaria obtenida para el desarrollo del estudio, esta se revisará, seleccionará, clasificará, analizará y ajustará antes de usarla por el Consultor. El informe presentado será correctamente referenciado y en los casos necesarios se obtendrán las autorizaciones correspondientes para poder utilizar la información. La información secundaria deberá estudiarse y avalarse de acuerdo con la Interventoría del contrato.

Para este caso en particular, de estudio de vías nuevas, el Estudio tendrá como principal insumo el conteo de tráfico (volúmenes vehiculares, velocidades, etc.), que se estiman a partir de los corredores existentes que se articulan considerando los diferentes pares origen y destino que la nueva vía va a conectar, ya que como el nuevo corredor no cuenta con una transito existente se debe asociar el volumen a las dinámicas de desplazamiento presentes en los corredores alternos asociados al par origen - destino. Como se considera el tránsito atraído por las encuestas origen-destino considerando el nuevo corredor vial y sus características, el volumen nuevo que se espera por la nueva carretera, y el transito desarrollado como el volumen que se espera de las transformaciones y desarrollo en el entorno de la nueva vía. Esta información debe permitir su posterior expansión y asignación.

Las fuentes de información secundaria se definirán con base en las particularidades del área de influencia. El Consultor podrá remitirse a la información de volúmenes de tránsito existente en el INVIAS, así como a otros estudios como se hayan elaborado en los corredores alternos y que puedan servir de referente de análisis de volúmenes de tránsito futuros, velocidad, accidentalidad, señalización, toneladas de carga movilizadas, proyecciones y demás registros que aporten al cumplimiento de los objetivos y alcances de este estudio.

Con respecto a los volúmenes de tránsito, será importante la información obtenida de los registros que se llevan en el recaudo de peajes, si existe, ya que esa información es más reciente que la obtenida en las estaciones de conteo permanente y, por la manera como se acopia, permite analizar estacionalidad para mejorar las proyecciones.

En caso de accidente, el Consultor deberá remitirse a los reportes de accidente del Agencia de Seguridad Vial y deberá recurrir a los organismos de tránsito con jurisdicción en la zona de influencia del corredor estudiado.

El Consultor también deberá remitirse a la información de transporte de carga que maneja el Ministerio de Transporte, para conocer la cantidad de toneladas de carga que se transportan sobre la infraestructura.

Toda la información secundaria que se obtenga será analizada, criticada, revisada 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. El documento correspondiente a la información secundaria deberá ser estudiado y aprobado por el supervisor y/o interventor.

Información Secundaria Existente para proyectos similares y en la zona de influencia del proyecto relacionada con futuros desarrollos urbanísticos, zonas de expansión, existencia de equipamientos especiales tales como hospitales y colegios, usos del suelo adyacentes, aspectos de paisajismo, espacio público y mobiliario urbano que afecten y/o modifiquen la operación del transporte. Adicionalmente, se requiere información cuantitativa que permita caracterizar esa operación (volúmenes de modos motorizados y no motorizados, velocidades, trazados viales, entre otros aspectos).

La información primaria reflejará las tendencias de uso, la satisfacción y percepción de los usuarios y permitirá realizar una descripción y análisis de la situación actual del proyecto. Estos parámetros podrán ser obtenidos a través de la realización de encuestas de preferencia declarada (de acuerdo con el Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte), que consiste en un método de diseño de encuesta que le presenta opciones hipotéticas a los encuestados para conocer su comportamiento, percepción, actitudes y preferencias dirigido a corredores de desplazamiento, asociado a variables de influencia como tiempos de viaje, costos y características de la infraestructura disponible, el cual nos permite establecer el *Tránsito atraído*.

El plan de trabajo, cronograma y metodología de las encuestas debe ser examinado y propuesto con todos sus elementos incluyendo la selección de los puntos de toma de información,

formatos a utilizar, registros de información y capacitación de encuestadores, entre otros aspectos.

La información primaria utilizada para desarrollar el estudio deberá estudiarse y avalarse de acuerdo con la Interventoría del contrato.

Solo hasta cuando el supervisor y/o interventor haya manifestado su conformidad con las metodologías y formatos a utilizar, el Consultor podrá iniciar los estudios de campo.

Si el proyecto contempla la opción de túneles, según el Manual para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de túneles de carretera del INVÍAS, se deberán considerar investigaciones y análisis adicionales a las del estudio de la carretera, para obtener los parámetros para el estudio de ventilación correspondientes a los diferentes tipos de carga (especialmente para transportes especiales y materiales peligrosos). Este estudio tendrá que estar articulado especialmente con el estudio de seguridad vial, incluyendo la descripción del sistema requerido para control del tráfico.

Debe tener suficiente información en cada tópico enunciado en los objetivos del estudio, es necesario tomar información de campo, utilizando las metodologías recomendadas por el INVIAS o las que, a juicio del Consultor, el supervisor y/o interventor del estudio, sean las más recomendables para cumplir los objetivos y alcances del estudio.

- Elaboración de Encuestas de disposición a pagar y/o encuestas de preferencias declaradas.
- Toma de velocidades.
- Inventarios viales.

1.1.4 Capítulo 4. Análisis y 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 determinación del tránsito, atraído y el tránsito generado; este 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.

La cuantificación del volumen del tránsito será discriminada en tipologías vehiculares: Livianos, buses, camiones (C2P, C2G, C3, C4, C5, >C5), motos, bicicletas), lo que permitirá obtener el valor del Tránsito Promedio Diario -TPD- por tipo de vehículo.

Para poder proyectar el tránsito se debe definir las tasas de crecimiento vehicular a utilizar partiendo del comportamiento de las series históricas de conteos del INVÍAS en comparación con otros indicadores económicos de crecimiento, ya sean del crecimiento poblacional, del parque automotor y del producto interno bruto, nacional y regional.

Al utilizarse las series históricas de los registros de conteos de INVÍAS, será necesario verificar su confiabilidad y efectuar un análisis estadístico completo siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVÍAS. También podrá utilizarse programas o Software estadístico y de tránsito, parametrizado de común acuerdo con la Interventoría, en cuyo caso el Consultor entregará al INVÍAS los resultados debidamente interpretados.

Para obtener proyecciones de tránsito precisas y hacer registros históricos de volúmenes vehiculares insumo de estaciones del INVÍAS y ANI, es pertinente construir modelos de demanda con variables exógenas que sirvan para explicar la demanda del transporte, según el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte. Generalmente, se consideran variables como población, empleos, propietarios de autos e ingresos; parámetros que se considerarán en el año base y que se requerirán en cada año de proyección desde el modelo de transporte. Al respecto, la desagregación y detalle de estas variables dependerá del alcance de análisis a realizar.

La selección y adopción de modelos de proyección se determinará luego de evaluar taxativamente la situación particular planteada por el proyecto propuesto. De todas maneras, se podrán emplear varios tipos de modelos econométricos y de datos panel que relacionen variables como el TPD, Parque Automotor, Índice de Motorización, 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; así mismo, realizar un 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.

Las proyecciones de tránsito se realizarán para el año base y los escenarios considerados a 5, 10, 15 y 20 años. Esta información será insumo para el determinar el “número de ejes equivalentes” y la distribución por tipo de vehículos pesados, para establecer la estructura del pavimento de la vía nueva o para la ampliación de vías.

El objeto final de este numeral es poder 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, así mismo, obtener el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) y la participación en porcentaje de parque automotor que transita por el corredor.

Será necesario verificar estadísticamente la confiabilidad de las proyecciones, siendo recomendable seguir como mínimo los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS.

Cuando se proponga usar software especializado, el supervisor verificará que el Consultor tenga las licencias y/o autorizaciones para usar el software propuesto.

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.
- ✓ Volumen tránsito normal, atraído y futuro.
- ✓ Categorización de los vehículos.
- ✓ Estaciones de estudio y/o aforos.
- ✓ Composición vehicular.
- ✓ Parámetros de diseño.
- ✓ Período 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 equivalentes a ejes sencillos de 8.2 toneladas en el periodo de diseño.
- ✓ Estima la tasa de crecimiento de parque automotor- Tránsito Medio Diario Anual
- ✓ Conclusiones y recomendaciones.

Se investigará específicamente los máximos volúmenes observados, la distribución direccional, la composición del tránsito y las fluctuaciones del tránsito en el tiempo para la vida útil del proyecto, haciendo proyecciones año por año para el periodo de análisis o de diseño.

Puede que este proyecto requiera de análisis específicos, pero el Consultor deberá presentar, en forma complementaria a los análisis de tránsito, un análisis para evitar accidentalidad basado en la información disponible y de la capacidad de las vías existentes.

Aunque es cierto que muchos factores inciden en la ocurrencia de accidentes, como factores humanos, vehiculares, ambientales, de la vía, volumen de tránsito y velocidad; se deberá centrar el análisis en los cuatro últimos mencionados para proponer algunas acciones, que ayuden a evitar la accidentalidad.

El análisis de accidentalidad se abordará junto al especialista en diseño geométrico, para que se pueda hacer una valoración, análisis e identificación de sitios potencialmente riesgosos o que puedan aumentar la severidad del accidente, asociando esta evaluación con el análisis geométrico de la vía, para proponer y diseñar las soluciones.

1.1.5 Capítulo 5. Otros análisis

El estudio de tránsito deberá incluir como mínimo los siguientes análisis adicionales:

Análisis de accidentalidad: Se considera de vital importancia analizar los factores que inciden en la ocurrencia de accidentes, en cada uno de los tramos o puntos críticos identificados a partir de las estadísticas existentes.

Aunque es cierto que muchos factores inciden en la ocurrencia de accidentes, como factores humanos, vehiculares, ambientales, de la vía, volumen de tránsito y velocidad; se deberá centrar el análisis en los cuatro últimos mencionados para proponer algunas acciones, dentro de la intervención de la infraestructura existente, que ayuden a reducir los índices de accidentalidad.

Con respecto a los factores asociados a la vía, se encuentra que el mal estado de la infraestructura es uno de los más determinantes, así que con la intervención se esperaría lograr una reducción de los accidentes debidos a este factor.

En términos generales, el análisis de accidentalidad debe considerar como mínimo:

- ✓ Las causas y correlaciones de los accidentes.
- ✓ Los factores que incrementan o reducen el riesgo de accidentes.
- ✓ Los factores que podrían modificarse o eliminarse mediante intervenciones en la vía.

El análisis de accidentalidad se abordará junto al especialista en diseño geométrico, para que se pueda hacer una valoración, análisis e identificación de sitios potencialmente riesgosos o

que puedan aumentar la severidad del accidente, asociando esta evaluación con el análisis geométrico de la vía, para proponer y diseñar las soluciones.

1.1.6 Capítulo 6. Estimación de la capacidad y niveles de servicio

Según los resultados de la cuantificación del tránsito y en las especificaciones de diseño geométrico del INVÍAS, y en otras condiciones, se analizará la capacidad de la vía, para contemple su entrada en servicio, hasta el año final de la vida útil del proyecto. En función del plazo y horizonte definido, podrán hacerse estimaciones a corto plazo (periodos de 3 años), mediano plazo (periodos de 5 o 6 años) o largo plazo (10, 15 o 20 años) para conocer la gradualidad de las necesidades de nuevas intervenciones orientadas a garantizar el nivel de servicio definido para el proyecto.

El análisis de “capacidad” y “niveles de servicio” deberá realizarse no sólo para el tramo crítico de la vía, sino también para una sección típica de la misma. Para la estimación de estos, deberán utilizarse los manuales vigentes del INVÍAS o extranjeros, particularmente *el Highway Capacity Manual* (HCM2010), debidamente calibrados a las condiciones propias del país, en cuanto a composición vehicular y topografía principalmente; definiendo juntamente 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).

En aquellos lugares donde se presenten intersecciones importantes con vías de jerarquía similar o se prevean conflictos de tránsito que induzcan riesgo de siniestralidad, tales situaciones deberán modelarse y analizarse desde la perspectiva de seguridad vial, para identificar el tipo de intersección (a nivel o desnivel).

Así mismo, 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.

Las evaluaciones de capacidad y niveles de servicio deberán ser desarrollados mediante la utilización de herramientas de micro simulación como: VISSIM, TransModeler, AISUM entre otras.

En todos los casos la determinación de los “niveles de servicio” de la vía, en comparación con101 el “nivel de servicio” establecido, permitirá generar la eventual gradualidad del proyecto, tanto del corredor con sus números de carriles, como de los tipos de intersecciones viales futuras, a nivel o desnivel.

El análisis deberá proporcionar resultados y recomendaciones para verificar las características geométricas óptimas del proyecto, para que atienda un volumen de tránsito (incluido peatonal y de bici usuarios) correspondiente al nivel de servicio establecido. De otra parte, se considerarán los factores ambientales consignados en el volumen correspondiente de este estudio, para garantizar la durabilidad de la carretera, su armonía con el medio ambiente y su desarrollo sostenible. La interacción de los especialistas de tránsito, diseño geométrico y/o urbanismo 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, las facilidades para peatones y de bici usuarios, carriles exclusivos para motos, entre otros.

De acuerdo con el Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos Carriles del INVIAS se tiene que la capacidad y niveles de servicio definirán parámetros como la sección transversal, velocidad, pendiente, etc.

Por capacidad se entiende como el número máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un lapso de una hora; de esta forma, los niveles de servicio son una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden citar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones al movimiento continuo del tránsito, la libertad de manejo, la comodidad y los costos de operación.

La calidad de servicio que prevalecerá en la vía se mide cuantitativa y cualitativamente calculando los niveles de servicio, que orientarán al establecimiento de políticas acordes con las necesidades socioeconómicas para conservar la infraestructura.

El conocimiento del nivel de servicio en el que operan las carreteras permite establecer una comparación entre la oferta y la demanda de servicio, reflejando su grado de eficiencia.

El documento debe contener lo siguiente:

Cuadros resumen de los niveles de servicio con los siguientes datos:

- Volumen vehicular expresado en términos de Volumen Horario Máximo.
- Porcentaje de vehículos pesados de tránsito (autobuses y camiones).
- Tipo de Terreno.
- Número de carriles.
- Volúmenes de servicio (límites superiores de cada rango determinado para cada nivel de servicio).
- Relación volumen – capacidad “v/c” determinado a partir de la velocidad de diseño y de la distancia de visibilidad de rebase.
- Nivel de servicio.

1.1.7 Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones

Los objetivos y alcances del presente estudio parten de la base que la construcción de vías mejora las condiciones de la población. Por eso, los resultados del Estudio de Tránsito servirán como base para el cálculo y diseño del pavimento a construir, que conforman el ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO.

Se recomienda, con base en los objetivos y alcances antes descritos, que el presente estudio sea liderado por un profesional idóneo con experiencia en trabajos similares. Preferiblemente, el Estudio de Tránsito debe estar a cargo de un Ingeniero de Transporte y Vías, o de un Ingeniero Civil con Especialización en Tránsito y/o Transporte.

1.1.8 Capítulo 8. Anexos

La información secundaria utilizada para el desarrollo del Estudio de Tránsito se organizará digitalmente y se catalogará de forma que se facilite su consulta, tanto por parte del Interventor, como por cualquier otra persona interesada en acceder a esa información.

Toda la información primaria obtenida mediante estudios de campo será almacenada en bases de datos de un Sistema de Información Geográfica, según los estándares que se hayan acordado con el supervisor y/o interventor.

Los inventarios serán entregados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) que sea compatible con las herramientas disponibles en la Gobernación del Departamento. La base de datos espacial de los inventarios realizados la diseñará conjuntamente el especialista en SIG y cumpliendo con lo establecido por la oficina encargada del SIG en la Gobernación del Departamento de Antioquia, considerando que el objetivo es almacenar la información.

1.1.9 Capítulo 9. Entregables

Se deben entregar firmados en formato físico y en digital, tanto editable, como PDF, el respectivo informe del estudio de tránsito, soportes de los aforos realizados, memorial de responsabilidad.

2. II. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

OBJETO:
Realizar el levantamiento topográfico del corredor de ruta.

De manera general el informe correspondiente al levantamiento topográfico se debe considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA
CAPITULO 3. AMARRE A LA RED GEODESICA EN EL SISTEMA MAGNA SIRGAS
CAPITULO 4. CARTERAS
CAPÍTULO 5. ENTREGABLES

2.0 Capítulo 1. Objetivo y alcances

Objetivos:

Determinar la posición relativa (X,Y,Z) entre varios puntos sobre un plano horizontal que definen los corredores viales a mejorar.

Los resultados del levantamiento de topografía deben aportar información para el diseño geométrico.

Alcances: Realizar el levantamiento topográfico y detallado del corredor en estudio, georreferenciado al sistema de coordenadas que pertenece al nuevo Marco Geocéntrico Nacional de referencia MAGNA- SIRGAS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Para garantizar una adecuada recolección de información topográfica, geotécnica, hidráulica y toda aquella que forma parte de este estudio se debe realizar una rocería en las zonas laterales.

El Contratista de Consultoría deberá efectuar un levantamiento topográfico del terreno. Cualquiera que sea el proceso topográfico empleado, deberán colocarse referencias en condiciones que garanticen su permanencia en el tiempo y que puedan ser utilizadas de forma inmediata por los actores de las otras actividades (geotecnia, hidráulica, etc.). Se presentarán planos de planta–perfil, en los cuales se incluyan la localización de todos los elementos existentes, carteras y las secciones transversales correspondientes.

2.1 Capítulo 2. Metodología

Se debe describir detalladamente la metodología utilizada para realizar el levantamiento topográfico, indicando los equipos utilizados y el personal que participa.

El consultor entregará las especificaciones de cada equipo utilizado para el posicionamiento y los parámetros de las antenas utilizadas. Los equipos deberán ser de alta precisión y contar con certificado de calibración.

Trabajos Topográficos: Los levantamientos topográficos se realizarán según los procedimientos y especificaciones del Manual de Diseño Geométrico y la metodología más conveniente para el desarrollo y rendimiento de sus trabajos, pero esta debe garantizar que la información tomada en campo proporcione datos claros y precisos que permitan un dibujo de planos que representen las condiciones reales del terreno.

Para la realización de los trabajos de campo:

- ✓ Utilización de equipos de alta precisión y última generación.
- ✓ Para efectos de llevar un orden adecuado en los trabajos la nube de puntos debe realizarse sobre secciones transversales, de tal manera que se levanten todos los detalles y quiebres del terreno en un ancho acorde con las exigencias del proyecto, aprobado por el supervisor y/o Interventor.
- ✓ Los levantamientos topográficos deben hacerse con un alto grado de precisión y detalle; con curvas de nivel cada 50 cm, e identificando los elementos de la zona de influencia y sean relevantes para el desarrollo del proyecto, incluyendo mínimo 10 m desde el borde la calzada, a cada lado. Además, se deberá incluir el levantamiento de los accesos a viviendas y fincas presentes que haya en los tramos a intervenir.
- ✓ 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.
- ✓ Se nivelarán todas las estacas del eje localizado, para efectos de determinar el perfil longitudinal del terreno.
- ✓ En las zonas donde debe desarrollarse la construcción de un puente, pontón, box coulvert o alcantarilla deberá levantarse el drenaje aguas arriba y aguas abajo del punto intervenir una distancia de al menos 100 m, en casos que el cauce a intervenir supere los 100 m de ancho, se deberá levantar 3 veces el ancho aguas arriba y 5 veces el ancho aguas abajo.
- ✓ Se podrá incluir el uso de tecnologías alternativas (Drones RPA, DJI Phantom 4 + RTK, entre otros) para un reconocimiento de la zona, siempre y cuando, se aplique como trabajo complementario al levantamiento topográfico de alta precisión.
- ✓ **Inventario de redes de servicios públicos**
  Si existen en el área de influencia del proyecto, se deberá levantar topográficamente las redes de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, gas, eléctrica), se identificarán las características de estas.

2.2 Capítulo 3. Amarre a la red geodésica en el Sistema MAGNA-SIRGAS

Georreferenciación:

- ✓ Para efectos de establecer la georreferenciación para el proyecto, se deben realizar 2 mojones por km a lo largo del tramo a intervenir, se materializarán un mojón, fabricados en concreto, de forma trapezoidal o de pata de elefante en caso de ser fundidos in situ, con las siguientes dimensiones: base de 30 cm x 30 cm y una altura mínima de 60cm; se recomienda que la parte superior del mojón sobresalga de la superficie del terreno una distancia mínima de 10 cm. Los mojones localizados deben ser intervisibles uno con otro en forma consecutiva, es decir, con el mojón predecesor y el mojón siguiente.

- ✓ Cada mojón deberá tener una placa de aluminio en su parte superior, marcada con el nombre del consultor, numero de contrato, numero consecutivo del mojón y fecha de ejecución.
- ✓ 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 mínimo 30º.
- ✓ La red de mojones ubicada a lo largo del proyecto deberá ser posicionada con GPS doble frecuencia o de tiempo real de última generación creando una red geodésica de alta precisión (submétrica) con el método estático diferencial con doble determinación. Los vértices deberán ser determinados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.
- ✓ 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, 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.

Amarre Horizontal: A partir de la red de georreferenciación, se establecerá la poligonal del eje definitivo del proyecto, con una precisión de entre 5 segundos y 2 minutos.

Es recomendable, para efectos del replanteo, que los vértices (PIs) de la poligonal del eje de proyecto se referencien con mojones en concreto, ubicados en lugares donde no sean afectados por la realización de las obras y en donde puedan perdurar la mayor cantidad de tiempo. Estas referencias deben localizarse en zonas duras que garanticen condiciones de estabilidad.

Algunos de los mojones de estas referencias, pueden cumplir una doble función: para referenciación horizontal y para el amarre vertical (BMs), por lo cual se recomienda numerarlos consecutivamente de acuerdo con la poligonal e identificarlos según su función, la localización de las referencias y sus mojones deben estar plenamente identificadas mediante coordenadas ligadas al proyecto y dibujadas en los respectivos planos de planta –perfil. Los mojones de referenciación se fabricarán con dimensiones de 10 cm x 10 cm y profundidad de 30 cm con su respectiva placa de numeración.

Amarre Vertical: La poligonal realizada anteriormente deberá ser nivelada y contra nivelada utilizando como bases los BMs para hacer los cierres parciales, tomando la precisión indicada en el amarre horizontal. Para hacer el amarre vertical se determinarán como base los datos georreferenciados de cada mojón, realizados con GPS de alta precisión (simétrico) y a partir de estos se establecerá la metodología para corregir el error vertical de las nivelaciones.

2.3 Capítulo 4. Carteras

- ✓ En la cartera de campo se especificará de forma detallada y clara el gráfico aproximado del área de trabajo, anotando en ella las características, rumbos aproximados de sardineles, paramentos, curvas, separadores, nombres de predios, nomenclaturas etc.
- ✓ Las carteras de campo contendrán dibujadas la mayor información del terreno, para poder orientar en forma adecuada los trabajos de oficina. No se aceptarán simplemente listados de datos de computador como carteras de campo.
- ✓ Se tomará topografía detallada en zonas en donde se considere se diseñarán muros de Contención, ponteaderos, portales, sitios potencialmente inestables de la ladera, etc. Los cuales deberán ser aprobados por la Supervisión y la Interventoría.

2.4 Capítulo 5. Entregables

Informe de topografía

Se deben presentar el informe de topografía en formato físico y digital, tanto PDF como editable, respectivamente firmado.

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA
CAPITULO 3. AMARRE A LA RED GEODESICA EN EL SISTEMA MAGNA SIRGAS
CAPITULO 4. CARTERAS
CAPITULO 5. PLANOS PLANTA, PERFIL Y SECCIONES
CAPITULO 6. CALIBRACION DEL EQUIPO UTILIZADO
CAPITULO 7. REGISTRO FOTOGRAFICO DEL LEVANTAMIENTO
CAPITULO 8. COPIA DE LA MATRICULA DEL TOPOGRAFO RESPONSABLE DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.
CAPITULO 9. MEMORIAL DE RESPONSABILIDADES
CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Planos

Se deben presentar los planos del terreno donde se desarrollará el proyecto en formato físico y digital, PDF y DWG, en una escala adecuada y considerando que se deben presentar la planta, el perfil y las secciones cada 10 metros, como se indicó anteriormente. Se entregarán planos de tamaño 1000 mm x 700 mm.

Certificado de Calibración del equipo utilizado.

El certificado de calibración del equipo debe ser actualizado a la fecha del levantamiento topográfico y debe coincidir con el presentado en la metodología descrita en informe.

Registro fotográfico.

Se debe adjuntar al informe un registro fotográfico, donde se evidencien los trabajos realizados con fechas.

Copia de la matrícula profesional del topógrafo responsable del levantamiento topográfico.

Adjuntar al informe copia legible de la matrícula del topógrafo que firma y es responsable del levantamiento topográfico para el proyecto.

Memorial de responsabilidades.

Presentar un documento firmado por el topógrafo responsable del levantamiento topográfico donde certifica que él es el responsable de todos los datos y la información consignada en el Informe.

Conclusiones y recomendaciones

El Consultor presentará las conclusiones derivadas del levantamiento de topografía, así como los principales resultados obtenidos para el proyecto. El Consultor debe formular las recomendaciones a considerar en la etapa de construcción.

3. III. ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN VIAL

El Estudio de Trazado y Diseño Geométrico, seguridad y Señalización vial busca definir la sección típica y el diseño final en planta perfil y secciones de la vía.

El trazado y diseño se realizará con base en información topográfica de detalle, que permita definir el alineamiento horizontal, el perfil del proyecto y las secciones transversales. Con el alineamiento se determina la capacidad y nivel de servicio, y junto con la información de geología, geotecnia, aspectos ambientales, definición de las obras necesarias en el corredor, entre otros, se deben garantizar las condiciones del corredor.

Se deberá definir y optimizar un diseño geométrico verificando 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. Luego de realizar la verificación del cumplimiento de los criterios de diseño según el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS vigente a la fecha, se podrá acordar con la Interventoría y la Supervisión dichos parámetros.

Además, se integrará el diseño horizontal, transversal y vertical con los volúmenes de hidráulica, hidrología y geotecnia realizados para los estudios del proyecto como complemento del diseño geométrico.

Por último, es importante, materializar la totalidad del eje en planta y verificar el cumplimiento de los criterios de diseño, tal como se especifica en el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS 2008 el lineamiento técnico vigente y realizar el diseño de la señalización permanente de la vía mejorada.

En este volumen se deben considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEORREFERENCIADA
CAPÍTULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO
CAPÍTULO 4. SEGURIDAD VIAL
CAPÍTULO 5. SEÑALIZACIÓN VIAL
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 7. ENTREGABLES

3.1 Capítulo 1. Objetivo y alcances

Objetivo: El estudio de trazado y diseño geométrico, señalización y seguridad vial consiste en diseñar los elementos de la sección transversal de la vía como: peraltes, bombeo, bermas, sobre anchos, cunetas etc., enfatizando lo referente a sus empalmes altimétricos, para determinar si cumplen con los criterios de seguridad en cuanto a la velocidad de diseño y operación para brindar al usuario condiciones óptimas de seguridad y comodidad.

Alcances:

- ✓ El consultor deberá diseñar el corredor vial, teniendo en cuenta parámetros mínimos como pendiente y velocidad de diseño.
- ✓ El consultor deberá diseñar y revisar y rediseñar los elementos que componen la sección transversal de la construcción de las vías, tales como: bombeo, peraltes, bermas, cunetas, bordillos, sobreanchos, 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. Según lo anterior, el diseñador debe verificar que se cumplan las especificaciones del Manual de Diseño Geométrico INVIAS vigentes a la fecha de elaboración de los Estudios y Diseños.
- ✓ En desarrollo del estudio el consultor establecerá el diseño, ubicación y aplicación de los dispositivos para la regulación del tránsito en el proyecto, Identificar riesgos, amenazas y vulnerabilidad de la operación de las vías.
- ✓ El consultor deberá realizar el diseño geométrico, considerando la ubicación de las redes de servicios públicos del corredor vial, si interfieren en la intervención de la vía, se deberá plantear las soluciones necesarias en estos puntos, que se reflejarán en el informe y planos en planta, perfil y secciones transversales. Además, se deberán presentar las recomendaciones necesarias para la etapa de construcción.
- ✓ El consultor deberá realizar el diseño para todos los accesos a viviendas, fincas, etc. asegurando el correcto empalme en cada uno e identificando las estructuras necesarias y las dimensiones para el acceso, tanto en el informe como en planos en planta, perfil y secciones transversales, en caso de ser necesario.
- ✓ Si los corredores viales a construir están en algún tramo en zona urbana y/o centros poblados o donde se requiera, se deberá realizar el respectivo diseño urbanístico y cumpliendo el Manual del Espacio Público y lineamientos técnicos y normativa vigente relacionada.
- ✓ A partir del trazado 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 los datos de estadísticas de accidentalidad de la policía de tránsito y/o agencia de seguridad vial, con el fin de determinar puntos críticos en la vía.

3.2 Capítulo 2. Información geográfica georreferenciada

La información cartográfica y topográfica es la columna vertebral del estudio de trazado y diseño geométrico, pues se convierte en el insumo a partir del cual se desarrollan los trabajos propios de este volumen, por lo cual es de vital importancia que se cumplan los criterios establecidos en las especificaciones técnicas de los productos geográficos base y se garantice un estricto control de calidad en los trabajos realizados tanto en campo (levantamiento) como en oficina (análisis y procesamiento).

Se debe realizar la topografía de campo convencional, ya que, por ser estudios cuyos planos se utilizarán en la construcción de las obras, se debe tener una alta precisión que garantice el cálculo de cantidades de obra y presupuestos con márgenes de error mínimos. Adicionalmente es necesaria la realización del amarre horizontal y vertical del proyecto a las coordenadas oficiales del IGAC y los levantamientos detallados de acuerdo con los requerimientos de cada especialidad o área técnica para zonas de interés como ponteaderos, portales, inestabilidades, zonas boscosas, cruces de agua importantes entre otros.

Fuentes de información geográfica: Como documento de referencia, lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico, el consultor deberá contar con el levantamiento topográfico que debe cumplir con las especificaciones de dicho capítulo.

3.3 Capítulo 3. Criterios de diseño

La verificación de los criterios se deberá realizar con base en los establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

A partir de la conceptualización del proyecto se deberán plantear las premisas que deben cumplir el peralte y las secciones transversales de la vía.

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

- ✓ Velocidad de diseño
- ✓ Velocidad de operación
- ✓ Radios mínimos

- ✓ Ancho de Calzada
- ✓ Anchos de Bermas
- ✓ Anchos de cuneta

Se deberá realizar el diseño para asegurar el acceso de peatones y vehículos a viviendas y fincas presentes en el sector.

3.4 Capítulo 4. Seguridad vial

El Consultor deberá efectuar el estudio de seguridad vial de todo el corredor vial aplicando entre otros el concepto de Auditorías de Seguridad Vial para identificar riesgos, amenazas y vulnerabilidad de la operación de la vía a construir. Estas condiciones pueden potencialmente afectar a los usuarios en todas sus categorías: conductores, pasajeros, peatones, y ciclistas, entre otros.

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

En el caso de vías de doble calzada cuando disminuyen las condiciones de conflicto con el sentido de circulación opuesto, el consultor deberá enfatizar proponer condiciones de facilidad de refugios en las bermas para sacar de los carriles de circulación, los vehículos que por alguna circunstancia tengan que detener la marcha.

En aras de la seguridad en la operación de la vía el consultor deberá hacer un pormenorizado estudio del sector para determinar las condiciones climáticas imperantes a lo largo del año, a fin dotar de elementos reflectivos, como las tachas, las líneas centrales, las de borde de pavimento y de elementos reflectantes los obstáculos que se puedan presentar como las columnas de los puentes o los cabezotes de alcantarillas, buscando en todo momento que la visibilidad de la vía sea perfecta para el conductor así las condiciones atmosféricas sean adversas.

3.5 Capítulo 5. Señalización vial

A partir del estudio de seguridad vial, se debe realizar el estudio y diseño de la señalización tanto vertical como horizontal de la vía, de acuerdo con el Manual de Señalización Vial vigente

a la fecha de elaboración de los estudios y diseños, tomando en cuenta, además, el diseño geométrico de la vía, tanto horizontal como vertical, transversal y de Balizamiento.

Se presentará la ubicación de cada tipo de señal, mediante la utilización del abscisado correspondiente para todas o cada una de las señales, con su diseño respectivo, indicando sus dimensiones y contenido; así mismo, se presentarán los cuadros resúmenes de las dimensiones de estas. El diseño de la señalización deberá ser compatible con el diseño geométrico de la vía, para que las señales no generen riesgo y tengan visibilidad acorde a la velocidad y necesidad del proyecto.

El consultor 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 en señalización de vías 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.

En Carreteras de montaña, donde hay problemas de adelantamiento frecuentes por falta de visibilidad, y si no se han podido solucionar con carriles adicionales, el consultor deberá asesorarse de un especialista de tránsito que racionalice el uso de la línea amarilla continua solo a los casos estipulados en el Manual.

El estudio de señalización definitiva se debe entregar en planos con extensión .dwg y pdf en escala adecuada para la visualización, sobre los trazados de planta del diseño geométrico. En estos planos de señalización se deben incluir la información necesaria, como accesos y salidas, sitios de interés como colegios, escuelas, puestos de salud, y los puentes vehiculares y peatonales, los cabezotes de las alcantarillas, y todo objeto de señalización para que el conductor tenga un tránsito seguro.

En cada plano se deben incluir tablas con las cantidades de materiales a implementar en la vía y las señales del corredor se deben codificar para la vía.

3.6 Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

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

El consultor revisará y rediseñará los elementos de la sección transversal de la vía, como bombeo, peraltes, bermas, cunetas, bordillos, sobreanchos, etc., enfatizando la determinación de las cotas de los empalmes de estos elementos, para que su transición sea suave y uniforme, de modo que no se causen sobresaltos que pongan en riesgo la seguridad de los vehículos que transitan por la carretera en estudio. Según lo anterior, el diseñador debe verificar que se cumplan las especificaciones del Manual de Diseño Geométrico INVIAS vigentes a la fecha de elaboración de los Estudios y Diseños.

El Consultor presentará los resultados obtenidos para el proyecto y un resumen descriptivo de las obras principales.

El Consultor debe formular las recomendaciones a considerar en la etapa de construcción.

El Consultor deberá asegurar que el adecuado acceso de peatones y vehículos a viviendas y fincas que se encuentren en el sector a intervenir.
La aplicación de la Ingeniería de Tránsito a la definición precisa de todos los elementos de señalización que pueden hacer más segura la operación de una vía, debe poder realizarse con algún criterio de “redundancia” a efecto de guardar y cumplir con todos las normas y especificaciones que indica el Manual de Señalización Vial adoptado por las autoridades colombianas.
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. Las estadísticas demuestran una íntima relación de la frecuencia y gravedad de los accidentes con los volúmenes de tránsito, las velocidades y las condiciones de la vía. Por eso el propósito último es un buen estado del pavimento estructural y funcional y sus especificaciones geométricas de peralte y sección transversal, de señalización para disminuir el factor de riesgo que pueda representar las deficiencias de la propia vía y de su operación.

3.7 Capítulo 7. Entregables

Informe de diseño geométrico

Se debe presentar el informe del diseño geométrico que incluya los componentes anteriormente descritos, en formato físico y digital, tanto PDF como editable.

Planos: Sin perjuicio de lo establecido en el capítulo 9 del Manual de Diseño geométrico, se recomienda elaborar los planos requeridos para el proyecto que considere el consultor,

considerando como mínimo los siguientes, que deben ser presentados tanto en formato DWG como PDF:

- 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.

- Reducido del proyecto

Se presentará a escala 1:25.000 en los formatos planta- perfil y debe contener:

  - Reducido de la Planta.
    - Distribución de planchas de localización del proyecto con su respectiva numeración.
    - Abscisado cada 5 km.
    - Referencia detallada de las abscisas de iniciación y terminación del proyecto.
    - Localización con los 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, con todos los detalles de estructura de pavimento y/o anden y medidas de cada elemento identificado en la sección (cunetas, filtro, bordillos, etc)
  - Reducido del Perfil.
    - Perfil longitudinal del terreno
    - Localización de puentes, pontones, muros y obras complementarias y futuras.
    - Pendientes del proyecto.
    - Abscisado cada 5 km.
    - Resumen de cantidades de obra

- Planos de diseño

Se presentarán planos en los formatos planta- perfil o independiente planta y perfil de acuerdo a las condiciones topográficas del proyecto.

  - Planos Generales

Se presentarán los planos generales.

- Planta.
  - Escala 1:1.000.
  - Eje del proyecto rotulado con abscisas cada 10m, líneas de marca cada 10m y abscisa de los puntos singulares.
  - Borde de Ancho de calzada.
  - Borde de Ancho de zona.
  - Sección transversal típica: Se presentarán las secciones mixtas, en corte o lleno, según sea el sector y deberá contener:
    - Ancho de calzada.
    - Bermas.
    - Pendientes transversales.
    - Dimensiones de la cuneta.
    - Taludes de Corte y Lleno.
  - Cuadro de Especificaciones.
    - Tipo de tránsito (TL, TM, TP).
    - TPD
    - Índice de clasificación.
    - Velocidad de diseño.
    - Calzada
    - Bermas.
    - Corona.
    - Separador.
    - Pendiente máxima y Mínima.
    - Radios mínimos.
    - Curvas verticales (longitud mínima).
    - Distancia de velocidad de parada.
    - Distancia de velocidad de paso.
    - Ancho de estructura.
    - Gálibo
  - Ubicación de BMs y Cuadro de Coordenadas con cada uno de los vértices que aparecen en el plano.
  - Escalas gráficas.
  - Elementos de curvaturas del proyecto, incluye coordenadas de los PI.
  - Diagrama de peraltes.

- Localización de alcantarillas, pontones, puentes y muros proyectados. Para cada obra se deberá identificar sus abscisas, dimensiones, longitud y material.
- Localización en planta, perfil y secciones transversales de los accesos a viviendas y fincas y su diseño.
- Cunetas revestidas con indicaciones de su entrega y descole.
- Detalles constructivos de cunetas y filtros.
- Localización de filtros y entregas.
- Zonas de inestabilidad geotécnica.
- Resumen de las cantidades de obra.
- Abscisados cada 1000 m., con indicación del km, dentro de un círculo.
- Nombres de los ríos y quebradas, indicando sentido de las aguas.
- Plano de predio inmobiliario.

- Perfil longitudinal

  Escalas H 1:1.000 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, Longitud, K).
  - Transición de peralte.
  - Localización de sondeos y sus correspondientes perfiles estratigráficos.
  - Localización de alcantarillas, pontones, puentes y muros proyectados. Para cada obra se deberá identificar sus abscisas, dimensiones, longitud y material.
    - Nombres de ríos y quebradas.
    - Muros de contención
    - Movimiento de tierra cada 100 m.

- 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 10 metros.

- Indicar en cada sección la abscisa, las cotas de rasante y del terreno natural, así como el área y volumen de corte y/o de terraplén de la sección y acumulado.

- Plano de señalización

Se presentarán planos en planta a la escala adecuada para la identificación de las señales a implementar en el proyecto.

Los planos deben contener las señales verticales y horizontales identificadas según el Manual de Señalización vial vigente, junto con las abscisas.

- 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 Movimiento de Tierras.
  - Análisis de Movimiento de Tierras.
  - Listado de Análisis de visibilidad.

Los planos deben ser presentados con firma original.

4. IV. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA LOCAL

El objeto de este producto es estudiar la Geología y la Geomorfología de la zona, en detalle a lo largo y ancho del corredor de la vía, para identificar unidades geológicas y geomorfológicas de la zona a intervenir.

El Informe Final de los estudios de geología para ingeniería y geomorfología a nivel para las vías, deberá considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA
CAPITULO 3. ESTUDIO DE LAS AMENAZAS GEOLÓGICAS NATURALES ESTUDIOS DE CAMPO
CAPITULO 4. ESTUDIO DE LA GEOLOGIA REGIONAL
CAPITULO 5. ENTREGABLES

4.1 Capítulo 1. Objetivos y alcances

Objetivos:
El Consultor presentará el resultado de los estudios, que permitan la definición de la Geología Regional y Local, según el proyecto, que no deberá ser inferior a la escala de detalle de 1:5000. Complementado con los análisis de la Geomorfología Regional y Local y el levantamiento y reporte de los procesos geomorfológicos (movimientos en masa y erosión, con sus divisiones y combinaciones).

El propósito de los estudios detallados es la definición de las características geológicas de ingeniería del proyecto.

Alcance:

Los estudios deben determinar mediante una evaluación y análisis detallados, a escala 1: 2.000, los aspectos de estabilidad y seguridad de las áreas donde se desarrollará la vía, la clasificación de excavaciones para pago, los sitios establecidos para el suministro de materiales de construcción y los sitios para disposición de materiales sobrantes. Además, comprenderá la investigación geológica de ingeniería en los ponteaderos.

Los estudios deben satisfacer los siguientes requisitos:

- 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.

- Complementar en detalle la investigación geológica y geotécnica en zonas inestables y ponteaderos identificados en la zona del corredor del proyecto.

- 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.

Frente al tema geológico, corresponden a los estudios base, que sirven de insumo para los temas de Fuentes de Material y Zonas de Depósito, Diseño de Taludes y Terraplenes, Diseño de obras de contención, drenaje y sub - drenaje, Puentes y Diseño de la estructura de pavimento.

Dichos insumos corresponden a la Geología Regional y Local, según la dimensión del proyecto, que en general no deberá ser inferior a la escala de detalle de 1:5000. Complementado con los análisis de la Geomorfología Regional y Local y el levantamiento y reporte de los procesos geomorfológicos (movimientos en masa y erosión, con sus divisiones y combinaciones).

4.2 Capítulo 2. Descripción de la metodología

Durante la investigación de los datos geológicos se deberán realizar como mínimo las siguientes actividades:

- Delimitación por unidades geológicas y geomorfológicas, con el respectivo levantamiento de procesos geomorfológicos activos e inactivos, en escalas iguales o de mayor detalle a 1:5000.
- Generalidades geomecánicas de las unidades geológicas de suelo y roca delimitadas.
- Delimitación de rasgos estructurales, tales como estratificación, pliegues, fallas y diaclasas.
- Descripción de características relativas a orientación, posición especial, continuidad, aberturas, rellenos y rasgos superficiales a las diaclasas. Esta información debe ser relacionada frente a los riesgos y desventajas para el proyecto, como tramos inestables,

zonas susceptibles a procesos de movimiento en masa o erosión y los demás aspectos que puedan influir negativamente en el proyecto.

- Perfiles de las unidades de roca y suelo identificados.
- Localización, descripción y análisis de todas las formas y fenómenos de inestabilidad. Como insumo para los temas de geotecnia, estructuras de contención, sistemas de manejo de agua superficial y subterránea, puentes y estructuras hidráulicas.
- 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.
- En aquellos casos donde el trazado de la via 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 se deberán utilizar aerofotografías, imágenes de satélite, estudios previos y demás información que le permita realizar el análisis del comportamiento de los cauces.
- Caracterización de macizos rocosos a lo largo de la vía.
- Delimitación de las unidades de roca y descripción de las características geológicas de resistencia, durabilidad y comportamiento general.
- Delimitación de rasgos estructurales, tales como estratificación, pliegues, fallas y diaclasas.
- Descripción de características relativas a orientación, posición especial, continuidad, aberturas, rellenos y rasgos superficiales a las diaclasas.
- Espesor aproximado y características de los perfiles de meteorización y su descripción.

4.3 Capítulo 3. Estudio de las amenazas geológicas naturales

Es necesario definir qué amenazas geológicas naturales hay en la zona y cómo afectarán a la vía, así como, el análisis de riesgo y mitigación de la amenaza.

4.4 Capítulo 4. Estudio de la Geología Regional

Hay que definir el marco geológico del área de 10 km circundante, en cuanto a unidades litoestratigráficas, estructuras y la historia geológica. Se debe contar con un mapa geológico regional a escala 1: 5.000 y cortes geológicos generales a la misma escala, preparado con base en fotogeología y control de campo.

4.5 Capítulo 5. Entregables

Informe

Se deberá presentar un informe que contenga los componentes antes descritos, en formato físico y digital tanto en PDF como editable.

Además, incluir el Mapa detallado de geología para ingeniería de los puntos críticos del tramo a intervenir con el proyecto y el Mapa de zonificación geológica del proyecto.

Así mismo, realizar el modelo geológico y geotécnico que soporte el estudio de estabilidad y estabilización de taludes de los sitios críticos.

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

5. V. ESTUDIO DE SUELOS PARA DISENO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS

Los Estudios geotécnicos para el Diseño de Fundaciones en esta Fase incluyen aspectos referentes a la exploración, instrumentación y caracterización de suelos y rocas en los sitios donde se ubicarán obras en el corredor, análisis geotécnico para la cimentación de puentes y otras estructuras y estabilidad de las estructuras de contención.

El Informe Final de fundaciones de puentes y otras estructuras de contención deberá contener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES.
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.
CAPÍTULO 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.
CAPÍTULO 4. RECOPILACION DE INFORMACION DEL PROYECTO.
CAPÍTULO 5. TRABAJO DE CAMPO.
CAPITULO 6. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO.
CAPITULO 7. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN PARA PONTEADEROS.
CAPITULO 8. ANALISIS GEOTECNICO.
CAPITULO 9. OBRAS COMPLEMENTARIAS.

CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
ANEXOS DEL VOLUMEN.

1. Capítulo 1. Objetivo y alcances

1.1 OBJETIVO

Complementar exploración, instrumentación y análisis geotécnico del subsuelo de la Fase II, realizando y describiendo los suelos y rocas en los sitios donde se ubicarán obras a lo largo del trazado del corredor, para obtener información mediante ensayos y correlaciones para estimar las variables del diseño de cada obra junto con los análisis y ajustes requeridos.

Dentro de las actividades a realizar en la Fase III del proyecto se resalta el diseño de cimentaciones especiales, determinar métodos constructivos de las estructuras requeridas y condiciones de monitoreo geotécnico.

Es posible que debido a exploración de subsuelo adicional a la realizada en Fase III del proyecto se requiera realizar una nueva selección y diseño de la cimentación, actualizando lo planteado en Fase II del proyecto.

1.2 ALCANCES

- Visita a los sitios donde se proyecta puentes y otras estructuras.
- Actualizar la exploración de subsuelo realizada en la Fase II del proyecto para garantizar la estabilidad en áreas de cimentación de apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno.
- Actualización de los deslizamientos o procesos morfodinámicos inestables identificados en la Fase II del proyecto y validación en cuanto a la actividad de los procesos y obras requeridas.
- Ejecutar mediante métodos directos (sondeos, perforaciones, apiques, trincheras, etc), métodos indirectos (sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, entre otros), la exploración, instrumentación e investigación del subsuelo de fundación de las obras proyectadas como complemento a la exploración realizada en la Fase II.
- Realizar exploración directa adicional (respecto a la realizada en la Fase II del proyecto) en cada apoyo, estribos o pilas de los puentes según lo indicado en la normativa nacional

vigente en número y profundidad. En caso de presentar anchos en apoyos, estribos o pilas superiores a 25 m, se requiere validar la exploración necesaria junto con la interventoría, de igual manera debe verificarse si existe un cambio en la geología de la zona según lo identificado en la fase II.

- Para las demás estructuras se deberá realizar exploración de subsuelo cumpliendo igualmente con lo definido en la normativa nacional y complementando la exploración realizada en la Fase II del proyecto.
- Las exploraciones que se lleven a cabo de los perfiles litológicos y de suelos, deberán definir: espesor de los estratos, clasificación e identificación de los suelos, propiedades geomecánica pertinentes (resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad), entre otros.
- Realizar el análisis geotécnico y confirmar o modificar el tipo de cimentación más adecuado para las estructuras proyectadas, definiendo estratos portantes. Así mismo, el estudio deberá verificar las estructuras de contención requeridas, análisis de estabilidad de estas y sus diseños. Los diseños son a nivel de detalle y se deben generar planos para construcción y método constructivo.
- Verificar y recomendar las obras complementarias que sean requeridas para el adecuado funcionamiento de la estructura proyectada, que incluyan, diseño y planos de detalle para construcción y método constructivo.
- Identificar amenazas y riesgos del área implicada y sus entornos en especial el área involucrada del corredor geotécnico, sectores aledaños a los apoyos y a la estructura proyectada que puedan afectarla en su vida útil.
- Condiciones de estabilidad y comportamiento del terreno, dentro del corredor geotécnico, con caracterización y generación del mapa de unidades geológicas para ingeniera (UGI) y el de unidades geotécnicas homogéneas a escala (UGH) 1:2000.
- Se deben identificar para la cimentación la capacidad portante, asentamientos, análisis de socavación, análisis de posible afectación de la estructura por inestabilidad del terreno y generar la información necesaria para diseño estructural.

2. Capítulo 2. Metodología del estudio

El Consultor deberá definir la metodología para el desarrollo del Estudio, documento que se deberá entregar a la Interventoría para su aprobación.

La metodología deberá garantizar una caracterización adecuada, el Consultor presentará plan de exploración que complemente el de la fase II, según el sector y/o punto de interés, que permita tener elementos suficientes para describir, clasificar, diagnosticar y generar la

propuesta de solución viable tanto ingenieril como económicamente. Especificar los ensayos de laboratorio a realizar, procedimientos empleados para la obtención de los parámetros geomecánicos de los materiales, cálculos geotécnicos y los criterios tenidos en cuenta en la elaboración de los estudios de Fase III de acuerdo con las estructuras planteadas para el proyecto.

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

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

- Definición del estado del arte (referencia, gestión y detalle de información secundaria, involucrando información recolectada en la Fase II del proyecto), tiempos y recursos utilizados en dicha labor. Se aclara que la información secundaria debe actualizarse durante la fase III del proyecto y así usar el grupo de trabajo de geología y geotecnia.

- Visita de campo, verificación y monitoreo de las áreas de exploración, a partir de la información secundaria se definirá la agenda de la visita técnica; dentro de la visita debe verificarse la información respecto a los aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos y geotécnicos, entre los que se tiene: tipo de suelo y roca, fracturamiento (fallas y diaclasamiento), pendientes del terreno, identificación de procesos morfodinámicos, erosivos, flujo de agua superficial, flujo subsuperficial y aquellos que sean relevantes para el proyecto o zona en estudio. Como resultado de la visita se ubicarán y delimitarán las áreas de riesgo no mitigable, preparar la campaña de exploración (directa e indirecta) y plan de monitoreo, para caracterizar el subsuelo, seguimiento de su dinámica y acciones necesarias para la Fase III.

- Se elaborará el plan de los trabajos de exploración directa e indirecta, identificando el tipo de exploración y los ensayos de campo; logística de ingreso a equipos, condiciones de transporte local, condiciones de mano de obra local, dificultades geográficas para salvar (ríos, quebradas, cuerpo de agua, áreas de gran pendiente), suministro de agua, insumos químicos, combustible, traslado y conservación de muestras, definir la ubicación de los laboratorios para análisis de muestras, etc.

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

- **Análisis geotécnicos**. Se deben utilizar diversas metodologías de cálculo y análisis que permitan la definición áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno, junto con las respectivas obras de estabilidad y mejoramiento. Dentro de estas metodologías se debe dar prelación a las mencionadas en normatividad nacional vigente aplicable y/o manuales de diseño. Estas metodologías deben ser coherentes con las condiciones de estabilidad tanto físicas como ambientales que aplique al proyecto.

- Detallar y ajustar las unidades geotécnicas homogéneas (UGH), obtenidas a partir de la superposición de Unidades Geológica para Ingeniera (UGI), (definidas mediante diferenciación de los materiales aflorantes (suelo y roca), definición de los espesores de suelo y las características físicas de los materiales de acuerdo con sus propiedades mecánicas) con las Unidades o subunidades geomorfológicas. Las unidades geotécnicas homogéneas (UGH) se detallan a escala 1:2000.

3. Capítulo 3. Localización y descripción del proyecto

3.1 LOCALIZACIÓN

El Consultor deberá detallar la localización de la zona en estudio y anexar un esquema georreferenciado de su ubicación, así como recopilar la información de la Fase I y Fase II del proyecto antecedentes que considere apropiados para adquirir un conocimiento general de las condiciones actuales y de los problemas de estabilidad del corredor relacionado con áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la visita de campo y con la información disponible, se detallará el proyecto, apoyado en los volúmenes de geología, geomorfología, hidrogeología y geotecnia desarrollados en la Fase I y Fase II del proyecto, incluyendo requerimientos estructurales de cada estructura proyectada.

4. Capítulo 4. Recopilación de información del proyecto

Este capítulo comprenderá el análisis y condensación de la información disponible sobre el proyecto y cubrirá los siguientes aspectos: Topografía y Diseño Geométrico, Geología, Geomorfología, Hidráulica, Hidrología, Estructuras, Planos, Gestión del riesgo, Estudio de impacto ambiental y lo considerado se debe incluir como estudios previos. Además, el volumen de Puentes y otras estructuras generado en la Fase II del proyecto.

5. Capítulo 5. Trabajos de campo

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

Se debe complementar la exploración realizada en la Fase II del proyecto para cada apoyo de los puentes, requeridos para muros y otras estructuras según la normativa nacional vigente (como mínimo un sondeo o perforación por estribo, apoyo o pila de puentes). Esta exploración directa podrá ser complementada con exploración geofísica para confirmar espacial y tipológicamente la distribución de materiales (las perforaciones y áreas se instrumentarán mediante la instalación de piezómetros y puntos de control topográfico).

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

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

SIRGAS. Se deberá anexar todos los registros de perforación debidamente georreferenciados en cuanto a cotas y coordenadas.

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

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

5.1 ENSAYOS DE LABORATORIO

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

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

~~6.~~ Capítulo 6. Análisis de socavación

En este capítulo se debe complementar la información generada en la Fase II del proyecto con los resultados de los estudios: geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos hidrológicos, hidráulicos, de amenaza, registros e instalación de instrumentación geotécnica (limnígrafo, vertedero de pared delgada, entre otros), contenidos en el volumen correspondiente y resumen de los resultados en cuanto a socavación general y socavación local. La socavación calculada

y su respectivo análisis se tendrá en cuenta para verificar y 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, áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, cause, riveras y entorno.

7. Capítulo 6. Análisis geotécnico

En el análisis geotécnico requiere validar la cimentación definida en la Fase II del proyecto (en caso de ser necesario ajustarla o proponer una nueva), recomendando la solución más viable, indicando como mínimo: tipo, capacidad portante, asentamientos, características geométricas y profundidad de la cimentación (en cotas), para cada uno de los apoyos y estructuras.

Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de estas a nivel de fundación se emplearán para el ajuste de diseños definitivo y elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural y los criterios geotécnicos establecidos a partir del plan de exploración e instrumentación geotécnicos. Se deberán anexar las memorias de cálculo, incluyendo gráficas y toda aquella información que permita decantar el diseño definitivo.

El estudio geotécnico incluye además el análisis de estabilidad de las estructuras de contención, así como el análisis sísmico. En cimentaciones profundas se analizará resistencia frente a cargas laterales.

Propuesta de recomendaciones y condiciones requeridas para garantizar las excavaciones temporales y permanentes durante la implantación de la estructura, y se realizará el diseño de detalle de las obras de contención requeridas para tal fin, de igual manera se generarán los respectivos planos (de detalle) para construcción y método constructivo.

7.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema de clasificación de suelos (USCS y AASTHO) y las rocas se describirán siguiendo los procedimientos petrográficos, incluyendo el grado de fracturamiento y demás información útil desde el punto de vista de ingeniería, condensándola mediante los perfiles estratigráficos. Se deberá realizar una caracterización geomecánica complementaria a la realizada en la Fase II del proyecto de los

macizos rocosos. Se debe complementar y presentar el detalle del perfil estratigráfico por apoyo y a lo largo de otras estructuras.

7.2 CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO

En aquellos sitios donde se detectaron condiciones especiales del subsuelo en la Fase II del proyecto y en los sitios nuevos donde se evidencie en el subsuelo de fundación, la presencia de suelos orgánicos, dispersivos expansivos, suelos susceptibles a licuación, actividad o cualquier otro estado con inestabilidad en la estructura, se indicará su ubicación espacial y el espesor del estrato; y se proporcionarán las recomendaciones para tratarlo adecuadamente para mejorar su resistencia y estabilidad. Dentro de la metodología se debe incluir los ensayos y metodologías a utilizar para evaluar las condiciones especiales de subsuelo.

8. Capítulo 8. Obras complementarias

El Consultor (respecto a la Fase II) ajustará y actualizará respecto a norma obras complementarias que sean requeridas para el adecuado funcionamiento de la estructura proyectada, que incluirá: diseño final, parámetros para diseño estructural, planos requeridos para construcción y método constructivo.

9. Capítulo 9. Conclusiones y recomendaciones

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

- Actualizar y validar los diseños de la fundación de puentes y otras y estructuras e igualmente complementar la exploración de subsuelo realizada durante las fases del proyecto para cumplir con los mínimos requeridos de acuerdo con la normativa nacional vigente.
- Actualizar y validar las características físicas del suelo y los parámetros de resistencia al corte y deformación utilizados en el diseño final de los elementos de cimentación para puentes y otras estructuras al igual que los resultados alcanzados en el estudio referentes a: tipo, profundidad, cota de cimentación, dimensiones, número de elementos,

perfil de socavación, capacidad portante y parámetros de deformación vertical y horizontal, entre otros.
- Ser insumo fundamental para la actuación de otros especialistas indispensables en los estudios y diseños requeridos para un proyecto vial.
- Se deberá dejar explícitamente las recomendaciones para el plan de monitoreo a través de instrumentación en cada una de las estructuras proyectadas.
- Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.
- Referenciar los planos de detalle para construcción generados.
- Definir sistema de alerta temprana según plan de monitoreo e instrumentación geotécnica.

10. ANEXOS DEL VOLUMEN

Se organizará en digital la información primaria y secundaria utilizada para el desarrollo del Estudio. Así mismo, se deberá clasificar para fácil consulta, tanto por el Interventor o del INVÍAS como por cualquier otra persona interesada en acceder a dicha información.

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

- Plano de localización del proyecto. Escala 1:500.
- Plano de Localización de las perforaciones. Escala 1:500.
- Informes de las visitas técnicas conjuntas del geólogo y geotecnista.
- Informe de estabilidad y estabilización de puentes y otras estructuras.
- Registros de perforaciones.
- Informe de exploración indirecta realizada.
- Resultados de ensayos de laboratorio e *in situ*. Se debe involucrar esquemas o fotografías de la falla de las muestras.
- Memorias de cálculo (Análisis de estabilidad, Diseños de obras complementarias).
- Planos topográficos, geológicos (en planta y perfil) y de obras (en planta y perfil) Escala 1:500.
- Entrega de insumos conforme a escala (mapa base topográfica, geológico, geomorfológico, hidrogeológico pendientes, etc) escala 1:500 a 1:2000.
- Planos de zonificación geotécnica (Unidades geotécnicas homogéneas “UGH”) escala 1:2000 o mayor, con sus respectivos insumos (mapa base topográfica, geológico, geomorfológico, hidrogeológico, pendientes, etc).

- Gráficos análisis de estabilización sin obras y con obras.
- Planos para construcción de obras de estabilización. Escala 1:500.
- Registro Fotográfico del sitio en estudio, de la exploración de subsuelo y de las muestras obtenidas.

Se hará entrega de toda la referencia bibliográfica de la cual se haga mención en el estudio. Debe ser clara y precisa y, si se requiere, se adjuntarán los capítulos o análisis teórico-técnicos de una o alguna referencia que permitan dar un concepto sobre un punto específico.

6. VI. ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA Y SOCAVACIÓN.

OBJETO:

Obtener el diseño, dimensionamiento, ubicación, niveles para drenajes de las obras como puentes, pontones, alcantarillas, cunetas, y demás obras menores, realizando estudios de socavación. Igualmente se definen obras de subdrenaje como filtros, drenes horizontales, zonas de inestabilidad, según se requiera en las vías.

En este volumen se deben considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS
CAPÍTULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS
CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN
CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 7. ENTREGABLES

6.1 Capítulo 1. Objetivo y alcances

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

Consignará en forma del área de influencia directa e indirecta del proyecto. Además, deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas.

Alcances: Realizar los estudios hidrológicos de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto. Se deberá obtener los registros históricos completos, no se debe limitar a los últimos años.

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

Determinar la localización de las obras de drenaje y subdrenaje, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidráulicas, de diseño geométrico, cobertura vegetal, uso del suelo y por condiciones antrópicas. Localizar las obras de drenaje mayores (el abscisado y los niveles de las obras deberán estar referenciados y las rasantes del diseño geométrico), y adelantar los respectivos estudios de socavación.

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

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

6.2 Capítulo 2. Estudio hidrológico

Teniendo en cuenta el Manual de Drenaje Vial de INVIAS el Estudio hidrológico debe incluir los siguientes aspectos:

Objeto y localización del proyecto. El informe describirá el objeto del proyecto y su localización utilizando un mapa ilustrativo de la zona.

Alcance del estudio. Se describirán claramente los alcances y objetivos del estudio.

Recopilación y análisis de la información existente. Se deberá presentar una relación de la información existente, recopilando todo lo referente a estudios previos que aporten un conocimiento en relación con el clima, suelos, vegetación, POT de la zona de influencia de las

obras, comportamiento de obras, estudios anteriores, etc., dando crédito a los autores o entidades ejecutoras.
Para la recolección de información de transporte y/o obras fluviales, cuando aplique, deben consultar además del INVIAS, otras entidades como MINTRANSPORTE, SECRETARIAS DE OBRAS Y/O INFRAESTRUCTURA, DIMAR, CIOH, CCCP, CAR´s, que puedan aportar información estadística al proyecto

Metodología. Se analizará la información previa y se describirá la forma en que se programó el trabajo de cada capítulo, considerando los objetivos, datos, actividades y resultados a obtener.

Se analizará la información previa y se describirá la forma en que se programó el trabajo de cada capítulo, considerando los objetivos, alcances, datos, actividades y resultados a obtener. El consultor presentará la metodología para la modelación hidrológica, sustentando la selección del software utilizado, según el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o el equivalente vigente a la fecha de los estudios.

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

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

Además, deberá considerarse la topografía levantada como parte del proyecto.

Análisis de lluvias y climatológico. Según la información de precipitación y los registros climatológicos obtenidos en el IDEAM o en otra entidad, el documento incluirá un análisis de la cantidad e intensidad que permita dar valores locales y regionales, para conocer el comportamiento espacial y temporal del fenómeno. Así mismo, deberá presentar los análisis y

la caracterización de los principales parámetros climatológicos. Se deberán anexar copias de la información básica. La cuantificación se aplicará en la determinación de un fenómeno evidente en la superficie como es el caudal de drenaje para un periodo de retorno específico. También, se deberán informar los datos necesarios sobre intensidades de lluvia para los ajustes geométricos y de pavimentos relacionados con la visibilidad y el hidroplaneo.

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

Después, el Consultor realizará el análisis de frecuencias hidrológicas donde estimará la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de eventos, obteniendo los valores máximos de precipitación y caudal. 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 obtenida. Podrá utilizar la tipo Gumbel y Log-Pearson Tipo III en el caso de valores extremos que son las más utilizadas en el ámbito hidrológico.

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

Aclaraciones para obras en las que aplique ocupación de cauce
Para las obras en las que aplique el trámite de ocupación de cauce, sea por reemplazo o reconstrucción, reemplazo, modificación de la obra existente o construcción de una obra nueva, que se encuentre sobre un cauce permanente, intermitente o efímero se deberá cumplir en la totalidad con los lineamientos de la autoridad ambiental competente y como mínimo con los siguientes requisitos:

Ocupación de cauces para obras menores (box, alcantarillas)
Estudio Hidrológico e Hidráulico y análisis de socavación (este deberá incluir el diseño de las obras antisocavación y sus planos) para periodos de retorno de 2.33, 5, 15, 25, 50 y 100 años,

que contenga modelación hidráulica en forma digital con y sin la obra de ocupación de cauce planteada, memorias de cálculo y demás soportes del estudio.

Deberá presentar el cálculo de la capacidad hidráulica de cada una de las obras propuestas, para lo cual deberá considerar que, la capacidad hidráulica debe ser mayor que el caudal de la fuente para el período de retorno de 100 años. Deberá presentar el cálculo de la profundidad de socavación de cada una de las quebradas, para el caudal de diseño (100 años de período retorno).

De llegarse a requerir desviaciones de las fuentes hídricas para realizar la construcción de una obra de ocupación de cauces, se deberá realizar la modelación hidráulica, con el fin de determinar la modificación de los parámetros hidráulicos y las obras necesarias para prevenir, mitigar, y corregir los impactos mientras se retorna a su alineamiento natural. Incluir en las modelaciones, estructuras cercanas (puentes o pontones), y estructuras para la desviación de cauces en caso de requerirse.

Descripción, diseño, modelación hidráulica, detalle y proceso constructivos de las obras temporales que se requieran.

Se realizará como insumo el levantamiento topo batimétrico de la fuente hídrica siguiendo los lineamientos expuestos en este capítulo.

Ocupaciones de cauces por obras mayores (puentes, pontones, estructuras para protección de orillas)

Descripción detallada del proyecto a ejecutar y de las obras o actividades que requieren la ocupación del cauce. Se deberán incluir los planos y/o esquemas impresos o digitales que contengan información de dimensiones, cotas, pendientes, componentes de la obra, convenciones, coordenadas de localización y especificaciones técnicas. Secciones, detalles, plantas y perfiles que se consideren necesarios para la debida interpretación de la intervención. Además, se deberá incluir toda la infraestructura complementaria las obras de ocupación de cauce planteadas.

Estudio Hidrológico e Hidráulico y análisis de socavación (este deberá incluir el diseño de las obras antisocavación y sus planos) para periodos de retorno de 2.33, 5, 15, 25, 50 y 100 años, que contenga modelación hidráulica en forma digital con y sin la obra de ocupación de cauce planteada, memorias de cálculo y demás soportes del estudio.
Deberá presentar el cálculo de la capacidad hidráulica de cada una de las obras propuestas, para lo cual deberá considerar que, la capacidad hidráulica debe ser mayor que el caudal de la

fuente para el período de retorno de 100 años. Deberá presentar el cálculo de la profundidad de socavación de cada una de las quebradas, para el caudal de diseño (100 años de período retorno).

Se realizará como insumo el levantamiento topo batimétrico de la fuente hídrica siguiendo los lineamientos expuestos en este capítulo.

Para obras cuyo objetivo sea contener la mancha de inundación de los 100 años, se deberá presentar una imagen en planta donde se observe la mancha de inundación para un periodo de retorno de los 100 años antes de la obra, y con la obra planteada.

De llegarse a requerir desviaciones de las fuentes hídricas para realizar la construcción de una obra de ocupación de cauces, se deberá realizar la modelación hidráulica, con el fin de determinar la modificación de los parámetros hidráulicos y las obras necesarias para prevenir, mitigar, y corregir los impactos mientras se retorna a su alineamiento natural.

Presentar en formato digital la modelación (Hec-Ras) del comportamiento hidráulico de la fuente, además del comparativo del comportamiento con y sin obras. Incluir en las modelaciones, estructuras cercanas (puentes o pontones), y estructuras para la desviación de cauces en caso de requerirse.

Análisis de caudales. Los caudales de drenaje de diseño para los diferentes periodos de retorno se analizarán, en lo posible, a partir de información hidrométrica disponible en el IDEAM o en otra entidad. Si no se tienen registros de caudales, se aplicarán métodos indirectos convencionales, como modelos lluvia–escorrentía o estudios regionales de crecientes, entre otros.

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

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

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

Mapas. Se deberá realizar mapas en los que se identifiquen Poligonos de Thiessen, áreas aferentes y cuencas generados en el estudio.

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

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

6.3 Capítulo 3. Estudio hidráulico

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.

Análisis hidráulico y de socavación: En la selección del área hidráulica se deben tener en cuenta, el nivel de aguas máximas, el paso de materiales de arrastre y la socavación. También se determinarán los niveles de aguas, velocidades, el efecto de las inundaciones en la infraestructura y propiedades adyacentes y los efectos de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes, como resultado de las estructuras propuestas, de los puentes y de las obras complementarias.

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

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

Obras menores: El Consultor determinará el tipo de funcionamiento hidráulico en los aspectos de control de entrada y salida. La eficiencia, altura, pendiente, longitud y posición con respecto al proyecto vial. Se deberá contar con el análisis a periodos de retorno acordes a la obra a diseñar según la norma técnica vigente.

El Consultor deberá diseñar todas las cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas, canales, 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 de las obras de drenaje transversal, con las cuales se garantice la estabilidad de las laderas (estructuras de caída escalonadas, rápidas lisas, escalonadas combinadas, etc.), teniendo en cuenta los periodos de retorno

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

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

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

El Especialista Hidráulico del Consultor deberá trabajar este capítulo con los siguientes especialistas: Geólogo, Geotecnista y especialista en pavimentos.

Se debe 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 se deberá 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.

Drenaje de la corona: El Consultor deberá garantizar la evacuación rápida y eficiente del agua que cae sobre ella, para brindar seguridad y comodidad a los conductores.

El Consultor a través de sus especialistas en Diseño Geométrico – Diseño de Pavimentos – Hidráulica, deberá evaluar el diseño geométrico para reducir la trayectoria del agua que fluye sobre la calzada e impedir que las películas de agua presenten un espesor que cause inconvenientes. De igual forma el especialista en Pavimentos deberá evaluar la utilización de la textura superficial de pavimento, ya sea rígido o flexible, con el fin de mejorar la visibilidad y evitar 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 debe justificar su elección.

Hidráulica de obras mayores: Los análisis hidráulicos de las obras mayores se realizarán según el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, capítulos correspondientes a Drenaje Superficial y Puentes, que deberán ser adecuados a las necesidades del proyecto considerando su magnitud y complejidad, se deberá contar con el análisis a periodos de retorno acordes a la norma técnica vigente.

Es necesario el levantamiento de información primaria de batimetría para la modelación hidráulica de los cauces, y el diseño de las obras mayores. La batimetría debe realizarse con precisión de 50 m aguas arriba y 100 m aguas abajo del sitio de cruce, en caso de que el cauce a intervenir tenga un ancho mayor a 100 m se deberá hacer la batimetría 3 veces el ancho aguas arriba y 5 veces el ancho aguas abajo. Se deberá considerar en dirección longitudinal y transversal. Se requiere que se presenten secciones longitudinales y transversales típicas; batimetría y determinación tanto del curso de agua, como de zonas de inundación o cauces alternos al curso de agua afectado.

El Consultor con sus especialistas evaluará y justificará su localización, cuantificará los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizarán levantamientos topográficos y batimétricos, estudios de suelos para caracterizar la granulometría del lecho con la que se determinará la rugosidad de la corriente y se calculará la socavación; analizarán y evaluarán, 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 el nivel de cimentación de la infraestructura.

Para el diseño se podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el HDS 1 – Hidraulics of Bridge Waterways, HEC 22 – Urban Drainage Design Manual, HEC 21 - Design of Bridge Deck Drainage; el Highway Drainage Guidelines de la AASHTO, así como todas las guías Highway Design Manual del 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.

Para el caso de puentes, pontones y /o box coulvert que se identifique en el estudio que cumplen hidráulica, funcional y/o estructuralmente, se debe corroborar con el diseño geométrico las dimensiones de las estructuras respecto el ancho de la calzada en el diseño geométrico. Cuando el ancho difiera, se debe proponer y diseñar una alternativa de modificación o reconstrucción de las estructuras hidráulicas que garantice que se mantenga el ancho de calzada, que cumpla con la normatividad vigente.

En caso de que se identifique que los puentes, pontones y /o box coulvert, no cumplen hidráulica, funcional y/o estructuralmente, se debe proponer una estructura nueva que cumpla con la normatividad vigente y/o una solución técnica que permita un adecuado drenaje, transitabilidad y seguridad vial.

Planos: Se deberá presentar planos de implantación en planta y perfil de las obras hidráulicas, obras de control de drenaje superficial trasversal y longitudinal, obras de subdrenaje y cualquier tipo de obra adicional diseñada en el estudio, sobre el diseño geométrico, identificando su localización y características.

En caso de puentes y pontones se deberán presentar planos de planta, perfil, sección longitudinal y sección trasversal de implantación del puente, indicar profundidad de socavación y detalles de la estructura.

Además, se deberá presentar planos con detalles constructivos de las obras hidráulicas diseñadas (puentes, pontones, alcantarillas, box, cunetas, cárcamo, disipadores de energía, etc).
Las obras identificadas en dicho Inventario y sus características, deberán llevarse a un Sistema de Información Geográfica para el almacenamiento de los datos.

Se podrá levantar la información mediante aplicativos SIG, como lo es el desarrollado por el INVIAS llamado Thaqui, en la que se podrá identificar el corredor a intervenir y georreferenciar toda la información antes mencionada que hace parte del Diagnostico u otro aplicativo que cumpla la misma función. En todos los casos el uso del aplicativo SIG deberá ser avalado por la Interventoría, Supervisión y Entidad.

6.4 Capítulo 4. Estudio de socavación

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

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

a) Socavación general del cauce producida durante el flujo de una avenida por aumento de la capacidad de transporte del río.
b) Socavación transversal bajo el puente por aumento de la velocidad originada por la disminución de la sección transversal.

c) Socavación en las zonas externas de las curvas causadas por los flujos secundarios que arrastran material del fondo hacia el interior de la curva.
d) Socavación local al pie de pilas y estribos por generación de vórtices a causa del desvío de las líneas de corriente.
e) Socavación por degradación de los cauces aguas abajo de embalses y otras estructuras que retienen los sedimentos (si aplica).

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

Análisis de información de campo: El Consultor presentará el análisis detallado del sitio, cruce y ponteadero seleccionado, conociendo las secciones transversales del cauce o río aguas arriba y abajo. De la misma manera, se deberán presentar los perfiles topográficos longitudinales y batimétricos levantados en campo, 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 se pueda obtener topografía de fondo, se harán levantamientos batimétricos con ese fin, como muestras de sólidos de fondo, se levantarán la información batimétrica 50 m aguas arriba y 100 m aguas abajo del sitio de cruce.

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

Para caracterizar el suelo en el punto donde se realizará el Análisis de Socavación, se deberán considerar los ensayos producto del Estudio de Geotecnia para estructuras.

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

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

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

6.5 Capítulo 5. Resultados y Memorias de cálculo

El Consultor deberá presentar un resumen conciso de todos los resultados encontrados a través del estudio, incluyendo 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. Así como, el registro de los valores multianuales de los parámetros hidrometeorológicos utilizados en el estudio.

El Consultor estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo en formato editable, incluidos los archivos de las modelaciones y cálculos realizados en software especializado, la metodología, los resultados, el lenguaje y la memoria requerida: En síntesis, debe entregar un “Manual del Usuario”. Además, entregará los planos, imágenes de satélite, aerofotografías y anexos que se utilicen para comprobar los resultados obtenidos.

Se deberá hacer entrega del producto final incluyendo informe, planos y modelaciones, en original firmado, y en medio magnético en formatos editables.

6.6 Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

El Consultor debe presentar las conclusiones a que llegó el estudio, indicando las precisiones de este, de igual manera las sugerencias o aportes que genera el estudio para considerarse, antes, durante y después de la construcción, y durante la etapa de operación.

6.7 Capítulo 7. Entregables

El Consultor deberá entregar adjunto al presente volumen en original firmado y medio magnético en formato editable:

- ✓ Informe del estudio hidrológico, hidráulico y de socavación siguiente los lineamientos presentados anteriormente.
- ✓ Datos estaciones IDEAM.
- ✓ Mapas Localización áreas de drenaje, cuencas y polígono de Thiessen.
- ✓ Planos Planta Perfil de obras hidráulicas (drenaje trasversal y longitudinal, subdrenaje, etc)
- ✓ Detalles constructivos de obras hidráulicas (drenaje trasversal y longitudinal, subdrenaje, etc)
- ✓ Planos de puentes, pontones o box coulvert según especificaciones técnicas.
- ✓ Tiempos de concentración
- ✓ Caudales de diseño
- ✓ Curvas IDF actualizadas con base a la información adquirida
- ✓ Obras de drenaje propuestas (ubicación y descripción general).
  - Memorias de cálculo hidráulicas
  - Planos de detalle.
  - Cantidades de obra por metro lineal.
- ✓ Memorial de responsabilidad
- ✓ Matricula Profesional

Todos los documentos deben entregarse con firma original.

7. VII. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO PAVIMENTOS

OBJETO:

En este estudio se determina la estructura del pavimento, además, se obtiene la caracterización de la subrasante (estudio de suelos) y se determinan y caracterizan los materiales que componen la estructura del pavimento, la cual debe cumplir con funcionalidad, economía y durabilidad.

El Informe Final sobre el estudio geotécnico para diseño de pavimentos, deberá contener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA
CAPITULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE
CAPITULO 4. DISEÑO DE PAVIMENTOS
CAPITULO 5. SECCIONES TRANSVERSALES
CAPITULO 6. ENTREGABLES

7.1 Capítulo 1. Objetivo y alcances

Objetivo:

Definir la estructura de pavimento del proyecto con base en: i) las características geomecánicas de la subrasante y ii) número de repeticiones esperadas de ejes equivalentes.

Permitir identificar, analizar y evaluar mediante guías, ensayos y metodologías, los requerimientos necesarios para determinar los diseños para estructuras de pavimentos nuevos.

Alcances:

- ✓ Identificar y caracterizar mediante técnicas de exploración y muestreo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del proyecto.
- ✓ Determinar y caracterizar mediante ensayos de laboratorio las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los suelos representativos de la subrasante y homogenizar mediante los resultados de CBR, sectores para el diseño de la estructura del pavimento.
- ✓ Caracterizar geotécnicamente los materiales de obra, que componen la estructura de pavimento, en especial materiales de rodadura y de capas granulares, estabilizadas, según el caso.
- ✓ Definir los espesores y materiales apropiados que se pueden colocar según las condiciones del proyecto y que constituirán la estructura de pavimento, las zonas de extracción y sitios para disposición de materiales sobrantes de los materiales durante la construcción.
- ✓ Diseñar una estructura que sea cómoda, funcional, segura, económica y que cumpla técnicamente con la normativa vigente.
- ✓ 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.

7.2 Capítulo 2. Descripción de la metodología

El Consultor debe generar al comienzo de los trabajos una metodología de diseño particular basada en este documento con algunas precisiones de carácter técnico en el diseño, tales como: métodos de diseño a emplear, parámetros de diseño, información de entrada, entregables, etc., la cual debe ser aprobada por la supervisión y/o 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.
La investigación geotécnica deberá realizarse según las indicaciones y consideraciones contempladas en el capítulo 5 del “Manual de diseño de pavimentos asfálticos con medios y altos volúmenes de tránsito”; como mínimo se deberán realizar un apique cada 250 m con una profundidad de 1,5 m; sin embargo y a partir de este número mínimo, el Consultor será el responsable de establecer el número de apiques que se requieren para este propósito. A partir de esta exploración, se deberá definir el perfil de suelo existente y la clasificación de los suelos a lo largo del Proyecto.

En cuanto a los equipos, se podrán utilizar los que proponga el Consultor siempre y cuando estén acorde con las normas de ensayo de materiales para carreteras del INVIAS.

7.3 Capítulo 3. Información existente

Este capítulo deberá contener una recopilación y análisis de toda la información que represente alguna utilidad para el proyecto.

La información que se debe consultar debe hacer referencia principalmente a los siguientes aspectos: geología, topografía, geotécnica y fuentes de materiales, drenaje y sub-drenaje, tránsito, factores ambientales, diseño de mezclas y diseño de pavimentos para el proyecto.

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

7.4 Capítulo 4. Trabajos de campo

Deberá contener una descripción de la organización de los trabajos de campo, así como sus características principales, tales como: tipo de exploración (manual o mecánica), su localización (indicando el abscisado y ubicación en plano, así como, entregar información georeferenciada y dentro de un SIG para su almacenamiento) y su profundidad (que deberá ser como mínimo entre 1:50 m., y 2.00 m., por debajo del nivel de rasante 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).

Las investigaciones de campo incluyen la planeación, localización, ejecución de perforaciones y/o apiques, toma de muestras para ensayos, resistencia al deslizamiento, auscultación para determinar la condición global del pavimento.

Los objetivos del muestreo incluyen: determinación de los espesores de los diversos estratos, obtención del material para los ensayos requeridos de laboratorio y eventualmente, la ejecución de ensayos “in situ”.

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 debió desarrollar e integrar un plan preliminar de ensayos de laboratorio para tener certeza de que el número y tamaño de las muestras tomadas son muestras representativas de los suelos existentes en el corredor en estudio.

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 en 250 m., como ya se mencionó, 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.

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

Una vez obtengan las muestras, el Consultor elaborará el programa de ensayos de laboratorio, que deberá aprobarse por la supervisión o interventoría. En ese programa de ensayos debe estar contemplado como mínimo ensayos de humedad natural, límites líquidos y plásticos,

granulometrías con lavado sobre tamiz No. 200, expansión libre, CBR inalterado o de laboratorio según la clase de suelo encontrado y PDC.

A continuación, se presentan el listado mínimo de los ensayos:

Tabla 1: Ensayos a los materiales de apiques en vías destapadas

ENSAYO	NORMA INVIAS	CANTIDAD MÍNIMA
PDC	INV-172	1
CBR SOBRE MUESTRA INALTERADA	INV- 148	1
HUMEDAD NATURAL	INV- 122	5
LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO	INV-125	2 o más
GRANULOMETRÍA CON LAVADO	INV- 123	2 o más

Si la naturaleza del suelo de la subrasante no permite la toma de muestra inalterada se deberá realizar C.B.R sobre muestras compactadas en laboratorio en cada apique, además se deberán tener por lo menos cuatro (4) ensayos de densidad en el terreno a lo largo del kilómetro o según consideraciones tenidas en cuenta en conjunto con la interventoría y/o supervisión, según las condiciones encontradas en el sitio, con el fin de establecer un valor de diseño de acuerdo a las condiciones del material en el sitio.

Tabla 2: Ensayos en materiales de apique en vías pavimentadas

ENSAYO	NORMA	CANTIDAD MÍNIMA
CBR DE LABORATORIO	INV- 148	1
PROCTOR MODIFICADO	INV- 142	1
DENSIDAD EN EL TERRENO	INV- 161	1
LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO	INV-125	2 o más
HUMEDAD NATURAL	INV-122	5
EQUIVALENTE ARENA	INV- 133	1
CBR sobre muestra inalterada	INV- 148	1
PDC	INV-172	1

Tabla 3: Ensayos en materiales de sondeos en vías pavimentadas

ENSAYO	NORMA INVIAS	CANTIDAD MÍNIMA
HUMEDAD NATURAL	INV-122	5
LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO	INV-125	2 o más
GRANULOMETRÍA CON LAVADO	INV- 123	2 o más

Todos los ensayos de laboratorio los acreditará el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC), y se adjuntará a la documentación del volumen, los certificados de calibración vigente de los equipos empleados.

Basados en la información de geología del corredor y los resultados de las investigaciones de campo, el ensayo de CBR se sectorizará. El número de pruebas será el definido en las especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS vigentes, o en su defecto definido por el consultor y aprobado por la supervisión y/o interventoría teniendo en cuenta el tipo de proyecto. Las pruebas de CBR deberán realizarse en condiciones de humedad natural y de saturación (después de 4 días de inmersión), con medición de expansión, como mínimo en cada apique proyectado.

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. 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.

Las muestras de suelos se clasificarán utilizando los métodos de la AASHTO y la USC.

La información anterior, así como la descripción detallada de cada suelo, se condensará en perfiles estratigráficos por apique o sondeo, debidamente referenciados y con una descripción clara de los suelos encontrados, mencionando temas como presencias de sobre tamaños, materia orgánica, color, resistencias in situ, entre otros. Se debe mencionar la presencia o no del nivel freático. Además, se debe generar una tabla resumen de ensayos y clasificación de suelos que permita condensar la caracterización geotécnica obtenida. Se debe incluir una

localización de la exploración geotécnica georreferenciada con coordenadas y abscisado en lo posible.

Debe haber un registro fotográfico por perforación en el cual se pueda observar fecha, muestras, localización, numero de apique o perforación.

7.5 Capítulo 5. Diseño de pavimento

Este capítulo deberá contener un estudio y análisis completo de mínimo dos (2) alternativas 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, y la guía metodológica para el diseño de obras de construcción de pavimentos asfálticos, según corresponda. El período de diseño del pavimento será el que establezca el manual respectivo, de acuerdo con las características de la vía. Adicionalmente las metodologías contenidas en la nueva Guía metodológica para el diseño de obras de construcción de pavimentos asfálticos de carreteras (método racional) como metodología de verificación, utilizando software recomendados en el documento anterior, además pueden complementar esas alternativas con otras metodologías recomendadas por el especialista de la consultoría con el visto bueno de la supervisión y/o interventoría, de allí se debe extraer la mejor alternativa que sea técnica, económica, y funcional para el proyecto. Para tal fin, se tendrá en cuenta la información geotécnica y el análisis de tránsito (número de repeticiones esperadas). Se podrán presentar alternativas con tipos de pavimentos no contemplados en los manuales nombrados, si no se puede acceder a ninguna de las opciones anteriores o hay un soporte técnico que demuestre su superioridad estructural y de comportamiento respecto a las anteriores.

Los tipos de estructuras que se recomienden deberán estar adaptados a los materiales disponibles, asegurando que estos cumplan con las especificaciones y ensayos del INVIAS 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.

Según las condiciones del suelo de la subrasante y/o de la zona, se analizarán alternativas de mejora de las características de los materiales mediante tecnologías como cal, cemento o la pertinente.

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.

7.6 Capítulo 6. 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.

7.7 Capítulo 7. Entregables

Se debe presentar los informes respectivos que incluyan los componentes antes descritos en formato físico y digital en formato editable, con firma original.

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

El consultor debe definir cuál es la mejor alternativa de la estructura del pavimento.

El consultor debe entregar:

- Informe de estudio geotécnico para la estructura de pavimento
- Informe de diseño de la estructura de pavimento (incluye memorias de cálculo)
- Ensayos de laboratorio
- Perfiles estratigráficos
- Mapa de localización de apiques

8. VIII. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES, ZONAS DE DISPOSICION DE SOBRANTES Y PUNTOS CRITICOS

Los dos componentes suelos y geotecnia, deben trabajar de forma coordinada. El Informe Final sobre el estudio de suelos y geotécnico para fundaciones de estructuras y análisis de estabilidad y estabilización de taludes, deberá contener los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCE.
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.
CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE ANTECEDENTES.
CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE CAMPO.
CAPÍTULO 5. ESTUDIO DE OFICINA
CAPITULO 6. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
CAPITULO 7. ENTREGABLES

8.1 Capítulo 1. Objetivos y alcance

La geotecnia se debe desarrollarse con el fin de lograr los siguientes objetivos y alcances:

a) Análisis general de las condiciones de estabilidad de los taludes de las zonas laterales adyacentes a las vías del proyecto.

b) Descripción multi-temporal de los procesos de inestabilidad identificados a lo largo de los tramos viales mediante fotografías aéreas e incorporación de la información en el SIG, para el almacenamiento de los datos, de forma que queden incluidos en el sistema de información geográfica existente en la región ó, en otras palabras, que queden georeferenciados.

c) Definición y ubicación en planos de sitios de interés geotécnico y sitios críticos.

d) Diseño de estructuras de mitigación de detonantes de inestabilidad como erosión y manejo de aguas en los sitios de interés geotécnico.

e) Análisis de las condiciones de cimentación de las obras de contención para sitios mediante sondeos manuales o mecánicos, según sea la condición particular de cada punto.

f) Definición de sitios críticos desde el punto de vista geotécnico, propuesta y diseño de obras de mitigación y manejo.

g) Caracterización de macizos rocosos a lo largo de la vía.

h) Investigar detalladamente el comportamiento geomecánico de las formaciones rocosas y las propiedades físico-mecánicas de los suelos, con el fin de obtener los parámetros necesarios para la realización de los análisis de estabilidad.

i) Análisis de la estabilidad de taludes, terraplenes y otras estructuras.

j) Se deben realizar la exploración del subsuelo, según lo contenido en la norma NSR – 10 y CCP-14 o la normatividad vigente aplicable, cada sitio inestable o en las zonas que el geotecnista considere conveniente, las cuales deben alcanzar 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 competente, la localización de los niveles freáticos y datos necesarios para el cálculo de la socavación, y determinar propiedades geomecánicas de los suelos que se utilizaran para el estudio geotécnico.

k) Se elaborarán registros detallados de las labores de perforación, llenando el cuaderno de perforaciones en el cual se dejará registro de los horarios de trabajo, el equipo utilizado, tipo de brocas, diámetro de tubería de perforación, tubería de revestimiento, materiales encontrados, rendimientos obtenidos, personal empleado, y registro de cualquier situación particular que se presenta durante la exploración. Los puntos en donde se adelanten exploraciones, sondeos y cualquier estudio, deberán ser georeferenciados y junto con los resultados de los ensayos de laboratorio, llevarse a un SIG para su almacenamiento.

l) En los sitios críticos y/o de gran magnitud, se hace un diagnóstico y descripción del evento.

8.2 Capítulo 2. Descripción de la metodología

Para el desarrollo de este componente se propone un sencillo marco metodológico para la definición de los sitios de estudio de acuerdo con su tamaño y afectación:

✓ Sitio de interés geotécnico. Corresponde a aquellos puntos de las zonas laterales donde se observan problemas puntuales de erosión y manejo del agua superficial que podrían detonar procesos de inestabilidad en la banca. Para la atención y solución de este tipo de sitios, el Contratista de Consultoría deberá diseñar y recomendar obras típicas tales como trinchos, gaviones, cobertura vegetal y otros varios.

- ✓ Sitio crítico y/o de gran magnitud. Corresponde a aquellos procesos de inestabilidad con dimensiones superiores a las consideradas para la restitución de banca. Para estos se hará un diagnóstico a partir de la ficha de inventario de INGEOMINAS y unas recomendaciones preliminares para su intervención. Para estos puntos debe existir investigación geotécnica y que desarrolle una solución en el punto o se recomiende la modificación del trazado, de ser necesario.

A partir de esta información, el Contratista de Consultoría deberá reportar la condición de estabilidad de todos los taludes presentes a lo largo del tramo vial proyectado, ya sean estos a media ladera o constitutivos de un terraplén. Los sitios y/o tramos geológicamente inestables deberán georreferenciarse de acuerdo con los parámetros establecidos por el INVIAS.

8.3 Capítulo 3. Estudio de antecedentes

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 consultada debe referirse principalmente a: Geología, Topografía, Tránsito, Factores ambientales, Diseño de mezclas y Diseño de pavimentos del proyecto.

8.4 Capítulo 4. Estudio de campo

Durante la investigación de los datos geotécnicos se deberán realizar las siguientes actividades:

- Se deberá delimitar de rasgos estructurales, tales como estratificación, pliegues, fallas y diaclasas. Descripción de características relativas a orientación, posición especial, continuidad, aberturas, rellenos y rasgos superficiales a las diaclasas. Asi como, determinar espesor aproximado y características de los perfiles de meteorización y su descripción. Finalmente, se debe realizar la localización, descripción y análisis de todas las formas y fenómenos de inestabilidad.

- Describir la organización de los trabajos de campo, así como sus características principales, tales como: tipo de exploración (manual o mecánica), su localización (indicando el abscisado y ubicación en plano) y su profundidad (por lo menos dos perforaciones mecánicas en cada sitio inestable o las que el geotecnista considere conveniente, las cuales deben alcanzar 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.

- La profundidad a la cual deben llevarse las perforaciones de investigación está definida de acuerdo con el tipo de estructura a realizar y los lineamientos técnicos del sector, el Consultor deberá justificar esta medida en cada caso. Se elaborarán registros detallados de las labores de perforación, llenando el cuaderno de perforaciones en el cual se dejará registro de los horarios de trabajo, el equipo utilizado, tipo de brocas, diámetro de tubería de perforación, tubería de revestimiento, materiales encontrados, rendimientos obtenidos, personal empleado, y registro de cualquier situación particular que se presenta durante la operación.

- Indicar estabilidad de las laderas naturales y comportamiento de los taludes de corte en roca y suelo.

- Las investigaciones de campo incluyen la planeación, localización, ejecución de perforaciones y/o apiques, toma de muestras para ensayos, resistencia al deslizamiento, auscultación para determinar la condición en los puntos en los que exista inestabilidad.

- Los objetivos del muestreo incluyen: determinación de los espesores de los diversos estratos, obtención del material para los ensayos requeridos de laboratorio y eventualmente, la ejecución de ensayos “in situ”.

- 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 debió desarrollar e integrar un plan preliminar de ensayos de laboratorio para tener certeza de que el número y tamaño de las muestras tomadas son muestras representativas de los suelos existentes en el corredor en estudio.

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

- Una vez obtengan las muestras, el Consultor elaborará el programa de ensayos de laboratorio, que deberá aprobarse por la supervisión o interventoría. En ese 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, ensayo de corte directo, Ensayo de Contenido de Materia Orgánica, Ensayo de PDC (penetración dinámica de cono), Compresión Simple en rocas, Ensayo de refracción sísmica, Compresión simple con medida de deformación axial y lateral (Módulo de elasticidad, relación de Poisson, tabla, gráfica esfuerzo-deformación, peso unitario) y los demás que se requieran para el diseño de obras geotécnicas y cimentación que hagan parte del proyecto.

- Todos los ensayos de laboratorio los acreditará el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC), y se adjuntará a la documentación del volumen, los certificados de calibración vigente de los equipos empleados.

Además de los aspectos mencionados, como resultado del reconocimiento de la zona, se establecen las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad y se identifica el problema de tal forma que se puede establecer su mecanismo de falla, los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad y a partir de éstos, definir un programa de actividades que conducen a proponer alternativas para formular las medidas preventivas y correctivas adoptadas como solución.

Para sitios geotécnicos, se debe adelantar un plan de exploración del subsuelo y ensayos, para determinar las características físicas y parámetros de resistencia requeridos para analizar y solucionar los taludes.

En los sitios críticos y/o de gran magnitud, se hace un diagnóstico y descripción del evento, se debe contemplar la solución para estos sitios.

8.5 Capítulo 5. Estudio de oficina

Obtenida la clasificación, se debe presentar el diseño geotécnico de las obras de mitigación de sitios de interés geotécnico, sitios de inestabilidad, sitio crítico y/o de gran magnitud, y cimentación de obras que lo requieran. Además, se debe presentar el análisis de estabilidad de taludes respecto a la norma NSR-10 y normas vigentes aplicables.

Además, se debe generar una tabla resumen de ensayos y clasificación de suelos que permita condensar la caracterización geotécnica obtenida. Se debe incluir una localización de la exploración geotécnica georreferenciada con coordenadas y abscisado (según Resolución 399 de 2011 del IGAC).

Debe haber un registro fotográfico por perforación en el cual se pueda observar fecha, muestras, localización, numero de apique o perforación.

Se deben presentar planos de detalles constructivos e implantación en planta y perfil de las obras que se propongan para la solución de inestabilidad, así como de los taludes para terraplenes y de las propuestas para la cimentación de las obras que lo requieran.

8.6 Capítulo 6. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

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

Las conclusiones del estudio geotécnico deben definir el comportamiento mecánico de la masa en movimiento, que conduce a determinar el grado de estabilidad, evaluando el factor de seguridad, si el mecanismo de falla permite dicho análisis.

Según lo anterior, se recomiendan las obras de estabilización definiéndose sus características morfológicas y geométricas, para que permitan su construcción. Del mismo modo se consideran los aspectos ambientales inherentes a las condiciones de los sitios a estabilizar.

Se deben presentar las diferentes propuestas de solución para los sitios de inestabilidad identificados, y se debe proponer desde el punto de vista técnico y económico, la alternativa más viable.

Se deben presentar todos los parámetros relacionados con el componente geotécnico, necesarios para el diseño y cimentación de obras como puentes, pontones, obras de contención, obras de estabilización, y cualquier que haga parte del proyecto.

Además de concluir sobre los criterios establecidos y los resultados obtenidos, se deben dar recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto conveniente para cumplir con el objeto del estudio.

8.7 Capitulo 7. Entregables

El consultor como consecuencia de los estudios antes descrito deberá entregar en formato físico y digital tanto PDF como editable:

- ✓ Informe de diseño geotécnico (incluyendo los ítems mencionados anteriormente)
- ✓ Listado Sitio de interés geotécnico (descripción detallada).
- ✓ Listado sitios de implementación de muros de contención (descripción detallada).
- ✓ Listado Sitios críticos (descripción detallada).
- ✓ Soporte de ensayos de laboratorio firmados.
- ✓ Cálculo de estabilidad de taludes.
- ✓ Análisis para la cimentación de estructuras.
  - Memorias de cálculo de estabilidad.
  - Planos constructivos de detalle.
- ✓ Obras de estabilización propuestas (ubicación y descripción general).
  - Memorias de cálculo.
  - Planos constructivos de detalle.

9. IX. ESTUDIO Y DISENO DE ESTRUCTURAS

OBJETO:

Diseñar las alcantarillas, muros, puentes y pontones y demás obras que requiera el proyecto y especificar basados en topografía, batimetría, diseño geométrico, geología, geotecnia, fundaciones, estabilidad de taludes, hidráulica, ambiental y demás áreas aplicables, las soluciones estructurales respectivas.

Determinar la tipología y el diseño final, incluidas las especificaciones técnicas para construcción, de las obras necesarias para el proyecto, según el estudio de geotecnia de estructuras y demás relacionados.

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

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

CAPITULO 3. PLANOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

CAPITULO 4. ENTREGABLES

9.1 Capítulo 1. Objetivo y alcances

Objetivo:

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

Para diseñar las estructuras se deberá cumplir estrictamente el Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente y al Código Colombiano de Puentes vigentes al realizar el estudio.

Alcances:

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

9.2 Capítulo 2. Descripción de la Metodología

El estudio deberá contemplar todas las estructuras que requieran diseño estructural, como lo son: muros de contención, alcantarillas, box culverts, puentes, pontones, estructuras para la estabilización de taludes, Obras para el control de erosión en taludes, cunetas y todas las que requiera el proyecto.

Para el caso de puentes, pontones y /o box coulvert que se identifique en el estudio que cumplen hidráulica, funcional y/o estructuralmente, se debe corroborar con el diseño geométrico las dimensiones de las estructuras respecto el ancho de la calzada en el diseño geométrico. Cuando el ancho difiera, se debe proponer y diseñar una alternativa de modificación de las estructuras hidráulicas propuestas, que garantice que se mantenga el ancho de calzada del diseño geométrico, que cumpla con la normatividad vigente.

En todo caso, el Contratista deberá realizar el diseño estructural de todas las obras que sean objeto del proyecto, como lo son: Estructuras de contención, puentes, pontones, box coulvert, alcantarillas, obras de estabilización, obras de control de erosión de taludes.

9.3 Capítulo 3. Planos de diseño y construcción.

El consultor debe entregar los planos de diseño y construcción, con todos los detalles constructivos de cada uno de los elementos, especificando el tipo de materiales a utilizar, acotados y firmados.

9.4 Capítulo 4. Entregables

El consultor, por los estudios descritos, deberá entregar en formato físico y digital tanto PDF como editable el debido informe, incluyendo los componentes descritos antes respecto al diseño estructural y los planos constructivos de detalle según los lineamientos vigentes.

El Consultor deberá compilar las conclusiones del estudio específico de cada una de las estructuras proyectadas y las recomendaciones particulares en cuanto a las alternativas planteadas y los aspectos constructivos relevantes. El consultor deberá incluir las recomendaciones para tener en cuenta durante la construcción.

10. X. ESTUDIO Y DISENO DE URBANISMO Y PAISAJISMO

10.1 OBJETIVO Y ALCANCE.

OBJETIVO GENERAL DEL ÁREA DE URBANISMO Y PAISAJISMO EN LA FASE III – ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS

El objetivo de los estudios de urbanismo y paisaje es permitir la correcta articulación de los proyectos viales, cobijados por estos requerimientos, con el espacio natural y el espacio construido dentro del cual se implementarán. En la fase III, Estudios y diseño definitivos, se busca producir un proyecto Urbano-Paisajístico completamente construible y debidamente coordinado con las demás especialidades que conforman la consultoría.

ALCANCE DE LOS ESTUDIOS DEL ÁREA DE URBANISMO Y PAISAJISMO EN LA FASE III – ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS

Realizar los diseños definitivos del proyecto de Urbanismo y Paisajismo a partir del desarrollo del anteproyecto arquitectónico ajustado producido en el 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.

10.2 METODOLOGÍA

La metodología de los estudios del área de urbanismo y paisajismo fase III - será propuesta por el Consultor y aprobada por la interventoría. Debe incluir recopilación y análisis de información primarias y secundarias, consultas a los entes territoriales y autoridades ambientales, y describir expresamente el desarrollo de las actividades proyectuales, desde el punto de vista del método y de la sucesión de actividades en el tiempo.

Hay que considerar que las metodologías para estudios y diseños de proyectos viales imponen la necesidad de 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.

10.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL ÁREA DE URBANISMO Y PAISAJISMO

REVISION Y APROPIACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE DISEÑO URBANO Y PAISAJÍSTICO

Es necesario que al inicio, el personal responsable del área de urbanismo y paisajismo recabe toda la información necesaria para el desarrollo de los diseños definitivos y los diseños correspondientes a las otras especialidades. Una vez acopiada esta información, es necesario una revisión minuciosa de la información y, de acuerdo con la misma, elaborar un informe de evaluación donde se informe del estado y pertinencia de toda la información revisada, incluyendo conclusiones y recomendaciones sobre ella. El informe deberá contener como mínimo:

- Introducción, objetivos y alcance.
- Relación de la información recopilada para la elaboración de los estudios y diseños definitivos.
- Evaluación de los lineamientos de diseño y propuestas de ajuste a los mismos debidamente sustentadas (si aplicaran estas rectificaciones)
- Evaluación de los insumos necesarios producto de las demás especialidades del contrato y su respectivo avance, incluyendo un análisis de como esto podría afectar o no el cronograma de ejecución del proyecto urbano-paisajístico.
- Evaluación del estado del anteproyecto urbanístico y paisajístico.
- Conclusiones y recomendaciones de esta evaluación.

Proyecto definitivo del área de urbanismo y paisajismo

El proyecto de estudios y diseños definitivos del área de Urbanismo y paisajismo deberá conformarse por dos productos principales, el primero es un documento memoria detallado donde se describa adecuadamente y suficiente el proyecto y se sustenten técnicamente las decisiones de diseño que llevaron a su desarrollo, el segundo corresponde a los planos de diseño que estarán segmentados en escalas 1:100 o 1:200, según la necesidad de detalle de la interventoría y la entidad contratante. Se debe contar oportunamente con los insumos de otras especialidades necesarios de acuerdo con la programación de actividades aprobado por la interventoría, para la correcta ejecución de los diseños.

Debe haber coordinación técnica entre los diseños urbano-paisajísticos y las demás especialidades de la consultoría, para que el producto final este articulado, se debe producir un juego de planos donde se muestre la ausencia de interferencias entre todas las especialidades (diseño geométrico, redes secas, redes húmedas, estructuras, ambiental y las demás pertinentes).

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO URBANO-PAISAJÍSTICO.

La memoria que debe desarrollar el Consultor debe contemplar como mínimo:

- Introducción, objetivo y alcance del documento.
- Antecedentes.
- Estado actual del contrato.
- Síntesis del estado actual del área de intervención del proyecto.
- Descripción detallada del proyecto.

- Lineamientos de diseño definitivos para el desarrollo del proyecto (lineamientos ajustados en la revisión y apropiación de diseños).
- Criterios para la selección de los materiales (técnicos y estéticos) a utilizar en el proyecto.
- Criterios de selección del amoblamiento urbano (técnicos y estéticos) a utilizar en el proyecto.
- Criterios para garantizar la accesibilidad universal para personas en condición de discapacidad, en cumplimiento de la normativa vigente.
- Memoria de cantidades de obra de los ítems correspondientes a la disciplina objeto de este documento.
- Actuaciones urbanísticas recomendadas a los entes territoriales y que se encuentran fuera del área de intervención
- Conclusiones y recomendaciones.

PLANOS DE DISEÑO.

- Planos de diseño detallado: estarán conformados como mínimo por las plantas, secciones y perfiles arquitectónicos necesarios para la correcta comprensión y construcción del espacio propuesto, estos deben incluir al menos:

    - Diseño integral del espacio público peatonal.
    - Diseño integral de las ciclorrutas.
    - Diseño integral paisajístico y de vegetación según las unidades paisajísticas identificadas.
    - Ubicación y diseño del mobiliario urbano (incluyendo paraderos).
    - Ubicación y diseño integral de las zonas de descanso, zonas operativas y peajes en el proyecto.
    - Diseño integral de espacio público y paisajismo para los puentes e intersecciones que se puedan presentar en el proyecto (incluyendo puentes peatonales si se considera pertinente).
    - Ubicación de los elementos vegetales (árboles, arbustos, coberturas).
    - Diseño detallado de los tramos y puntos críticos, en zonas urbanas, suburbanas y rurales.
    - Diseño detallado para las zonas de retiro, carriles de desaceleración, espacio público asociado y accesos a predios privados, tanto en zonas urbanas, suburbanas y rurales.
    - Planos de coordinación técnica entre el diseño urbano y las demás especialidades (diseño geométrico, redes secas, redes húmedas, estructuras, ambiental y todas las demás que el Consultor considere pertinentes.

Adicionalmente, estos planos deben incluir como mínimo:

- Formato debidamente aprobado por la interventoría y la entidad contratante.
- Norte y grilla de coordenadas (plantas).
- Escala gráfica (plantas, secciones y perfiles).
- Cuadro de convenciones gráficas del plano (plantas, secciones y perfiles).
- Límite de intervención del proyecto (plantas y secciones).
- Construcciones y predios con sus respectivos accesos identificados (incluyendo su respectivo nivel) y, en general, de los elementos existentes según el levantamiento topográfico. (plantas, secciones y perfiles).
- Definición de zonas de retiro, carriles de desaceleración, espacio público asociado y accesos a predios privados.
- Eje abscisado y abscisas del proyecto de diseño geométrico (plantas).
- Identificación de abscisa por la que se realiza la sección (secciones).
- Modulación de los elementos del espacio público (paños, elementos de confinamiento y demás).
- Cotas longitudinales de la totalidad de los elementos diseñados, estas cotas deben ir amarradas también a la ubicación de las abscisas del eje para permitir el fácil replanteo del proyecto. (plantas, secciones y perfiles).
- Cotas transversales generales y parciales por las abscisas cada 30 metros como mínimo y en los lugares donde se produzcan variaciones importantes en los anchos de intervención en planta y en la totalidad de los elementos en sección. Este requerimiento puede cambiarse en las plantas de acuerdo con juicio de la interventoría. (plantas, secciones y perfiles).
- Niveles finos arquitectónicos de rasante de pavimento, cabeza de sardinel, cambios de nivel y límite de intervención cada 30 metros como mínimo y en los lugares donde se produzcan variaciones importantes en los anchos de intervención. Este requerimiento puede cambiarse en las plantas de acuerdo con juicio de la interventoría en las plantas. (plantas, secciones y perfiles).
- Elementos de vegetación y paisajismo debidamente representados en sus magnitudes (altura, diámetros y demás). En plantas, secciones y perfiles.

- Planos de detalles constructivos: estos planos deben contener todos los detalles y especificaciones para la construcción de los espacios urbanos, en planta alzados y secciones que permitan la cabal comprensión del elemento, conexos a la infraestructura vial, estos deben contemplar como mínimo:

- Detalles para elementos de confinamiento y/o contención del espacio público.
- Detalles para elementos de texturas y acabados de pisos.
- Detalles para el mobiliario urbano.
- Detalles para el tratamiento e incorporación de elementos que pertenecen a las redes de servicios públicos (cajas, postes y demás).
- Detalles de los elementos de guía y alerta para las personas en condición de discapacidad visual.
- Detalles de las rampas, pompeyanos y demás elementos que garanticen la movilidad de las personas en condición de discapacidad motora.
- Detalles de contenedores de raíces, jardineras y demás elementos para la siembra de vegetación.
- Detalles de siembra e instalación para los elementos vegetales como árboles, arbustos y coberturas.

Adicionalmente, estos planos deben incluir como mínimo:

- Formato debidamente aprobado por la interventoría y la entidad contratante.
- Escala gráfica (plantas, secciones y perfiles).
- Cuadro de convenciones gráficas del plano (plantas, secciones y perfiles).
- Cotas generales y específicas.
- Especificaciones detalladas de los elementos que conforman el detalle debidamente referenciadas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan:

- Identificar con exactitud el límite de intervención del proyecto.
- Conocer los antecedentes del proyecto.
- Comprender con claridad y exactitud los criterios y lineamientos de diseño que fueron utilizados para la formulación del proyecto urbano-paisajístico.
- Identificar los materiales y técnicas constructivas a utilizar en los elementos del proyecto urbano.
- Identificar las especies vegetales a utilizar en el proyecto.
- Realizar una estimación de costos correspondientes a la especialidad a partir de las cantidades de obra identificadas.
- Se deberá dejar explícitamente las recomendaciones a tener en consideración durante la construcción del proyecto.

Ser un insumo fundamental para la actuación de otros especialistas indispensables en los estudios y diseños requeridos para un proyecto vial.

ANEXOS DEL VOLUMEN

Los estudios y diseños correspondientes a la fase III, Estudios y Diseños definitivos, deben contener el apartado de revisión y apropiación del anteproyecto, la memoria descriptiva del proyecto urbano-paisajístico y como anexos debe incluir:

- Planos de Diseño del proyecto urbano-paisajístico.
- Planos de detalle correspondientes al proyecto.
- Planos de coordinación técnica del proyecto.
- Planos de memoria de las cantidades de obra de los ítems correspondientes a la especialidad.
- Cuadros de cantidades de obra identificadas.

11. XI. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL, SOCIAL Y SST

El proyecto cuenta con licencia ambiental, mediante la resolución con radicado No 160TH-1512-12295 del 16 diciembre de 2015 y con una modificación a la licencia, mediante la resolución con radicado No 160TH-RES2109-5725 del 9 de septiembre de 2021.

La licencia ambiental lleva implícitos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables necesarios.

En este componente se debe verificar que se cumpla con los requerimientos indicados en la Guía de Manejo Social, Ambiental y SST para proyectos de infraestructura de la Gobernación de Antioquia, que se cumpla con la normatividad ambiental y minera vigente, contemple el contenido del Estudio de Impacto Ambiental –EIA-, los programas y proyectos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental –PMA- aprobados por Corantioquia en la Resolución que otorga la licencia ambiental, cumpla con las obligaciones establecidas en las resoluciones No. 160TH-1512-12295 del 16 diciembre de 2015 y No. 160TH-RES2109-5725 del 9 de septiembre de 2021 y los demás aspectos requeridos acorde a las características y necesidades actuales del proyecto.

El Informe del Componente Ambiental, Social y SST para los proyectos de construcción de vía, debe considerar los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1- OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. LICENCIA AMBIENTAL
CAPITULO 3. PLAN DE APROVECHAMIENTO Y MANEJO FORESTAL
PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD
CAPÍTULO 4. FUENTE DE MATERIALES Y ZONAS DE DEPÓSITO
CAPITULO 5. DOCUMENTOS ADICIONALES
CAPITULO 6. PERMISOS AMBIENTALES
PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 8. ENTREGABLES

11.1 Capítulo 1. Objetivos y alcances

Objetivos: Elaborar el estudio del componente Ambiental, Social y SST para la construcción de la vía El Aro – Vía Puerto Valdivia – Presa con base en el contenido del Estudio de Impacto Ambiental –EIA- y el Plan de Manejo Ambiental –PMA- aprobados por Corantioquia en la Resolución que otorga la licencia ambiental y aquella que la modifica, así como las obligaciones establecidas en las mismas, la normatividad vigente y los demás aspectos requeridos acorde a las características y necesidades actuales del proyecto.

Alcances:

- ✓ Revisar el contenido del Estudio de Impacto Ambiental -EIA- con su respectivo Plan de Manejo Ambiental, seguimiento, monitoreo y el plan de emergencias y contingencias aprobado en la Licencia Ambiental otorgada, los alcances y plazos de los permisos ambientales que fueron otorgados en la misma y en caso de ser necesario realizar ajustes a esta información y/o requerirse aprovechar recursos naturales adicionales y/o nuevos permisos ambientales, se deberá consultar y tramitar ante la autoridad ambiental competente los permisos y/o modificación de la licencia ambiental para la construcción de la vía El Aro – Vía Puerto Valdivia – Presa, sin ningún contratiempo de tipo ambiental.
- ✓ Verificará que estén descritas las actividades constructivas a ejecutar, susceptibles de producir impactos ambientales.
- ✓ Revisar y actualizar el Plan de Aprovechamiento y manejo forestal.

- ✓ Revisar y actualizar el Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad.
- ✓ Revisar y actualizar la inversión del 1% e identificar los posibles sitios para la implementación de los programas propuestos en el mismo.
- ✓ Realizar una caracterización y análisis de conectividad que permitan localizar los pasos de fauna con sus respectivos diseños y costos, acorde al tipo de fauna identificada.
- ✓ Revisar y actualizar si es necesario el análisis de riesgos para el proyecto
- ✓ Revisar y actualizar el plan de emergencias y contingencias.
- ✓ Revisar y actualizar el Plan de cierre y abandono.
- ✓ Verificar y actualizar las Fuentes de Material y Zona de Deposito de material para el proyecto
- ✓ Verificar que estén establecidos los permisos ambientales necesarios para la ejecución completa del proyecto, la normativa que rige cada uno de estos trámites y las entidades ante las cuales se tramitaron. El Consultor deberá revisar y verificar que estén todos los estudios necesarios para el trámite de los permisos que hagan falta en caso de que se requiera.
- ✓ En caso de que se requiera, se deberá realizar la consulta a la Autoridad Ambiental Competente, sobre la aplicabilidad del trámite de Sustracción de Área protegida (y relacionados) y se deberán realizar todos los estudios necesarios para realizar este trámite de ser exigido. El Consultor deberá presentar a la Interventoría y a la Supervisión la respuesta de la Autoridad Ambiental Competente sobre esta consulta y demás que requiera el proyecto. En todo caso, si se presentan un corredor vial en el que se encuentre una zona protegida (Área de reserva, Reserva forestal, etc.).
- ✓ Se debe entregar un cronograma de actividades y los costos del Plan de Manejo Ambiental, seguimiento y monitoreo, al igual que al plan de compensación del componente biótico presentado en el EIA, el plan de emergencias y contingencias y los costos de elaboración de los informes de avance reportados en los informes de cumplimiento ambiental -ICAS- y el informe final.
- ✓ Elaborar el programa de seguridad y salud en el trabajo para el proyecto aplicando la normatividad vigente.

11.2 Capítulo 2. Licencia Ambiental

Se debe revisar la licencia ambiental, sus modificaciones y los estudios realizados para obtenerla y analizar la documentación acorde a las condiciones actuales del proyecto y, si se requieren ajustes requeridos para que el proyecto se pueda realizar.

Verificar que se garantice el cumplimiento de la normatividad vigente, en especial el contenido del Decreto 1076 de 2015 y sus decretos reglamentarios, las leyes estatales sobre el agua; las

reglamentaciones estatales referentes a la invasión de zonas de inundación, peces y hábitat de vida silvestre; y los requisitos del Departamento de atención de emergencia, las CAR, o la entidad regional encargada.

Revisar el Plan de Manejo Ambiental –PMA- del proyecto y verificar que se adapten a las actividades de la obra, indicando los precios unitarios de cada actividad y el costo total del mismo, el costo total será presentado en un Presupuesto actualizado de Implementación, que también deberá incluir los costos por tramites de permisos ambientales aplicables al proyecto que haga falta.

11.3 Capítulo 3. Plan del Aprovechamiento y Manejo Forestal

El plan de aprovechamiento y manejo forestal debe ser revisado, actualizado y firmado por el profesional idóneo, esto incluye el inventario forestal con el plano de localización de los árboles a aprovechar, en medio físico y digital.

ACTIVIDADES ARQUEOLÓGICAS

El proyecto cuenta con la resolución No 0532 del 10 de abril de 2023, "*por la cual se aprueba el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el proyecto* ***Construcción de la vía al corregimiento El Aro, desde la vía Puerto Valdivia-Presa, municipio de Ituango, departamento de Antioquia***". El titular del Programa de Arqueología preventiva es el municipio de Ituango.

El Programa de Arqueología Preventiva es el conjunto de procedimientos obligatorios para garantizar la protección del patrimonio arqueológico con desarrollos metodológicos, normativos y procedimentales, la exploración del terreno o prospección la realizaron Empresas Públicas de Medellín, identificando claramente los yacimientos para monitoreo y monitoreo. Se deben contemplar los procesos, especificaciones técnicas y costos de las actividades de verificación y monitoreo, así como del rescate de los hallazgos.

Finalmente, en caso de identificar nuevas áreas de trabajo o considerar alternativas al trazado inicial durante los estudios y diseños por fuera del polígono presentado inicialmente, se deberán gestionar ante el ICANH los ajuste que abarquen las obras adicionales.

11.4 Capítulo 4. Fuentes de Materiales y Zonas de depósito (ZODMES)

- FUENTES DE MATERIALES

Se deberá contemplar en los estudios, la localización y selección de la(s) fuente(s) de los materiales requerida para el proyecto (mezcla asfáltica, materiales pétreos, entre otros), teniendo en cuenta caracterización y análisis planteados en los estudios Geológicos-Geotécnicos del proyecto, así como su viabilidad técnica, económica y ambiental.

El Profesional Ambiental y el Especialista Geólogo deberán revisar y verificar las alternativas de fuentes de materiales del proyecto que puedan explotar el contratista exclusivamente para el proyecto, mediante una licencia minera y ambiental temporal, según normatividad.

En el caso de proponerse fuentes de materiales proveniente de terceros, éstas deben estar legalizadas y vigentes (Licencia ambiental y Registro minero), para lo cual el consultor deberá verificar tales requisitos y solicitar ante la autoridad minera, constancia o certificado del estado de la Titularidad, es decir, que la cantera se encuentra vigente y que no tiene restricciones relativas a la explotación u operación. De igual forma, se debe verificar ante la Autoridad Ambiental, la vigencia de la Licencia Ambiental y de existencia de sanciones o restricciones.

Además, para seleccionar las canteras, deberá considerarse su capacidad para suministrar los materiales, conforme los volúmenes requeridos por el proyecto y que cumplan con los requisitos técnicos. El consultar deberá presentar los certificados que soporten la legalidad de las fuentes de materiales ya existentes, anexando los permisos mineros y ambientales y RUCOM vigentes.

Para el caso de proponerse fuentes viables para ser explotadas por el contratista, deberá tenerse en cuenta su localización y distancia, las recomendaciones y análisis de los estudios Geotécnicos y geológicos, que no se encuentre en área de reserva minera y/o ambiental y que no se sobreponga en terrenos que ya tengan titularidad.

El consultor deberá relacionar la localización (incluyendo coordenadas) y distancias de acarreos con sus respectivos costos de las fuentes de materiales propuestas con respecto al centro de gravedad del proyecto.

- ZONAS DE DEPÓSITO (ZODME)

El Profesional Ambiental con el apoyo del Profesional Geólogo y Civil, deberán revisar y analizar la documentación de las zonas de depósito –ZODMES- propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental –EIA- y que sean viables de utilizar acorde a las condiciones actuales del proyecto.

En caso que las ZODMES propuestas no sean viables o suficientes, el consultor debe identificar, localizar y proponer las posibles zonas de depósito para los escombros y materiales sobrantes provenientes de las obras y de derrumbes (RCD), considerando para ello como mínimo: localización, accesibilidad, distancia al proyecto usos del suelo, capacidad, volúmenes a disponer y las variables contenidas en la resolución No. 472 de 2017 para seleccionar los sitios específicos para la disposición final de los RCD, la resolución 1257 de 2021 y demás que las modifiquen o complementen.

El consultor deberá identificar y verificar la existencia de las escombreras del proyecto, teniendo en cuenta su capacidad y disponibilidad. Deberá anexarse como soporte el acto administrativo sobre el cual se constituyó oficialmente la escombrera.

En el caso de que no se tenga disponibilidad de escombreras municipales cercanas o éstas no cuenten con suficiente capacidad y deba recurrirse a terreno de particular, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- Localización, distancia y accesibilidad
- Capacidad del terreno conforme volúmenes a disponer
- Condiciones técnicas y ambientales: pendiente, estabilidad del terreno, usos del suelo, corrientes de agua, cobertura vegetal, entre otros aspectos.

Dichos sitios, deberán tener el aval o Autorización del Ente Territorial correspondiente, conforme a los usos del suelo, a través de certificado, el cual deberá ser anexado como soporte a estos estudios y, en el caso de que el consultor o el Ente Territorial consideren necesario solicitar concepto técnico a la Autoridad Ambiental, también deberá anexarse dicho concepto. Adicionalmente, el consultor deberá tener en cuenta la disponibilidad del terreno e intención del propietario, debiendo anexar como soporte, carta de intención por parte del propietario, dejando claridad, que ésta no representa obligación o compromiso alguno de ambas partes; ya que, en la etapa de ejecución, el contratista deberá suscribir con el propietario acuerdo de uso.

Sumado a lo anterior, el Consultor deberá presentar un Plan de manejo del ZODME, que contemple, el área y volumen del terreno, volumen a disponer, recomendaciones de acopio y de compactación del material, recomendaciones de conformación, número y altura de terrazas, así como, las respectivas obras de adecuación y protección, en caso de requerirse

Además, se deberá presentar carta de intención del propietario para el uso del terreno como ZODME.

El consultor deberá relacionar la localización (incluyendo coordenadas), distancias y costos de acarreos de las escombreras y/o zonas de depósito propuestas.

11.5 Capítulo 5. Documentos adicionales

Como documentos adicionales se debe presentar el Plano de localización exacta de la obra identificando con abscisas y coordenadas el punto de inicio y fin del proyecto. Así como, elaborar el esquema de localización de las fuentes de materiales debidamente legalizadas y zonas de depósito que se van a utilizar y garanticen el suministro con las distancias de acarreo, y los soportes de Licencia Ambiental y registro minero de la entidad que provea el material.

Se deberán adjuntar todos los documentos adicionales requeridos para la construcción de la vía El Aro – Vía Puerto Valdivia – Presa sin ningún impedimento.

11.6 Capítulo 6. Permisos ambientales

El consultor deberá revisar y verificar los correspondientes permisos ambientales que le aplican al proyecto. Además, debe compilar y presentar todos los permisos, siguiendo lo estipulado en el Decreto 1076 de 2015.

CORANTIOQUIA en la Resolución 160TH- 1506-11751 del 22 de junio de 2015, consideró viable realizar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la alternativa 1, la alternativa que parte desde el corregimiento El Aro y conecta con la Vía Puerto Valdivia - Presa, en una longitud estimada de 8,1 metros, para construir la vía terciaria El Aro - Presa y sus obras anexas en jurisdicción del municipio de Ituango.

Por medio de la Resolución 160TH1512-12295 el 16 de diciembre de 2015 CORANTIOQUIA otorga la Licencia Ambiental para la vía El Aro conexión con vía Puerto Valdivia - Presa, al municipio de Ituango, la cual parte de la vía Puerto Valdivia – Presa y llega hasta el Corregimiento El Aro. Mediante resolución 160TH-RES2109-5725 del 09 de septiembre de 2021, CORANTIOQUIA aprueba modificación a la licencia ambiental.

El consultor deberá revisar el contenido del Estudio de Impacto Ambiental -EIA- con su respectivo Plan de Manejo Ambiental, seguimiento, monitoreo y el plan de emergencias y

contingencias aprobado en la Licencia Ambiental otorgada, los alcances y plazos de los permisos ambientales que fueron otorgados en la misma y en caso de ser necesario realizar ajustes a esta información y/o requerirse aprovechar recursos naturales adicionales y/o nuevos permisos ambientales, se deberá consultar y tramitar ante la autoridad ambiental competente los permisos y/o modificación de la licencia ambiental para la construcción de la vía El Aro – Vía Puerto Valdivia – Presa sin ningún impedimento en el componente ambiental y con base en los términos de referencia expedidos por la autoridad ambiental competente.

De igual manera, el contratista deberá consultar ante la entidad competente, el estado de los siguientes permisos y evaluar la información contenida en los expedientes de manera que permita la actualización y vigencia de los mismos o la obtención de un nuevo permiso en caso de que aplique acorde a la normatividad vigente o en caso de que no aplique incluir la respectiva justificación:

- Permiso de levantamiento parcial de veda nacional otorgado por la Dirección de Bosques y Ecosistemas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante resolución No. 2369 de noviembre de 2015.
- Sustracción de área de reserva de recursos naturales de la zona ribereña del río Cauca otorgada por el Consejo Directivo de Corantioquia mediante Acuerdo No. 489 del 17 de febrero de 2017.
- Autorización de la zona de depósito El Aro otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA-mediante resolución No. 0552 de febrero de 2017 como modificación de la licencia ambiental del proyecto hidroeléctrico Hidroituango y concepto de la ANLA relacionado con la coexistencia de los dos (2) proyectos licenciados (construcción de la vía El Aro e Hidroituango), en caso de utilizarse la zona de depósito licenciada por la ANLA para la disposición del material proveniente de la construcción de la vía El Aro – Vía Puerto Valdivia – Presa.

11.7 Capitulo 7. Conclusiones y Recomendaciones

Una vez identificadas y valoradas las Afectaciones de una Acción o Impacto sobre el Medio Ambiente a causa del Desarrollo de una Obra, actividad o proyecto, identificar cuales acciones contempladas en la licencia ambiental permiten dar las soluciones para mitigar los impactos ejercidos.

11.8 Capítulo 8. Entregables

Como parte de la entrega del componente ambiental, además de la información descrita en el presente documento, se debe entregar en medio físico y digital tanto en PDF como en formato editable los siguientes productos:

- ✓ Informe de la revisión y análisis de la Licencia Ambiental y sus estudios anexos.
- ✓ Plan de Manejo Ambiental, seguimiento, monitoreo y plan de emergencias y contingencias aprobado en la Licencia Ambiental otorgada revisado y actualizado en caso de ser necesario, con sus respectivos costos de implementación y cronograma de actividades. Verificar que se incluya el componente social y las obligaciones de este componente establecidas en la resolución que otorga la licencia ambiental y aquella que la modifica.
- ✓ Permisos ambientales tramitados y vigentes requeridos para la construcción de la vía El Aro – Vía Puerto Valdivia – Presa, adjuntando los respectivos estudios requeridos para el trámite o modificación de permisos ambientales como inventarios forestales, estudios hidrológicos e hidráulicos de la fuente de agua a intervenir y su cuenca, estudios de socavación, plan de saneamiento y manejo de vertimientos, inventario forestal, caracterizaciones para levantamiento de veda, programas de uso eficiente y ahorro del agua y demás que apliquen.
- ✓ Plan de Aprovechamiento y manejo forestal actualizado, esto incluye el inventario forestal actualizado con el plano de localización de los árboles a aprovechar, en medio físico y digital, con sus respectivos costos de implementación y cronograma de actividades.
- ✓ Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad actualizado con plano de localización de las áreas y especies intervenidas y a compensar con sus respectivos costos de implementación y cronograma de actividades, además del acuerdo de conservación a implementar, la autorización o intención del propietario de predio para suscribir este acuerdo de conservación, certificado de usos del suelo, concepto de la Autoridad Ambiental competente sobre la viabilidad del área propuesta para la compensación, copia del respectivo certificado de tradición y libertad con un mes de vigencia, para validar que el predio propuesto no esté gravámenes.
- ✓ Inversión del 1% actualizada con la identificación de los posibles sitios para la implementación de los programas propuestos en el mismo, con sus respectivos costos de implementación y cronograma de actividades.
- ✓ Caracterización y análisis de conectividad que permitan localizar los pasos de fauna con sus respectivos diseños y APU de los costos, acorde al tipo de fauna identificada, planos

de localización de los pasos de fauna requeridos para el proyecto en formato pdf y en formato SHP, GDB y MXD.

- ✓ Análisis de riesgos para el proyecto actualizado.
- ✓ Plan de emergencias y contingencias actualizado.
- ✓ Plan de cierre y abandono actualizado.
- ✓ Plano de localización de fuentes de materiales y certificado de área libre de las fuentes de materiales propuestas para legalización.
- ✓ Plano de localización de zona de depósito y autorización de planeación municipal para la operación de zonas de depósito operadas por particulares o en caso de seleccionarse un predio para legalización, se debe adjuntar el certificado de viabilidad de este sitio expedido por la respectiva oficina de planeación municipal con base en los usos del suelo y autorización del propietario del predio con copia del certificado de tradición y libertad, con el fin de garantizar que el predio no posee ningún tipo de limitaciones para destinarlos como zona de depósito.
- ✓ Consultas hechas a la Autoridad Ambiental competente sobre las zonas de reserva o áreas protegidas declaradas o en proyecto de declaración en el área de influencia directa del proyecto y demás consultas realizadas a las entidades sobre el componente ambiental y social.
- ✓ Elaborar el programa de seguridad y salud en el trabajo para el proyecto aplicando la normatividad vigente.
- ✓ Presupuesto de implementación de todas las actividades ambientales, sociales y SST requeridas para la construcción de la vía y los costos de elaboración de los informes de avance reportados en los informes de cumplimiento ambiental -ICAS- y el informe final.
- ✓ Permisos de propietarios de los predios donde se requiera la intervención para aprovechar recursos naturales, permisos ambientales y compensaciones de estos, adjuntando los certificados de tradición y libertad con menos de un mes, para validar la calidad de propietario. Además, se debe realizar entrega de los polígonos de los predios localizados en el área de influencia directa del proyecto en formato SHP, GDB y MXD con sus respectivos atributos e información necesaria para la identificación del propietario.
- ✓ Base de datos del muestreo forestal, inventario forestal, especies en categoría de amenaza, base de datos de epífitas, permisos de recolección con fines de elaboración de estudios ambientales, APU de costos, y toda la cartografía relacionada con el componente forestal (SHP, GDB y MXD) y demás soportes relacionados en el componente forestal.

- ✓ Información cartográfica relacionada con el componente ambiental y social en formato SHP, GDB y MXD con sus respectivos atributos y en el sistema de coordenada del Origen Único Nacional CTM12.
- ✓ Matricula profesional y memorial responsabilidad de los profesionales involucrados.

12. XII. ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL (PLAN DE MANEJO DE TRANSITO)

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

El diseño del Plan de Manejo de Tránsito General (PMTG) permitirá establecer el presupuesto después durante la construcción 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 entregarán las memorias de cálculo de los elementos requeridos para aplicar PMT, además de especificar el origen de las cantidades para facilitar su revisión y análisis por parte de la Interventoría. Estas cantidades incluyen aspectos tales como dispositivos de control del tránsito (maletines, cintas, conos, barricadas, new jerseys, etc.), señales verticales, auxiliares de tránsito (bandereros), entre otros.

El consultor deberá diseñar un Plan de Manejo de Tránsito que busque mitigar el impacto de la construcción, este plan debe ser aprobado por la supervisión y/o interventoría.

Como resultado del diseño de la señalización de obra se deberán entregar adicionalmente del documento, los planos de señalización para el manejo de tránsito y la cuantificación de 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. Se podrán considerar los frentes de trabajo que, a juicio del consultor, se requieran si son aprobados por la Interventoría y/o Supervisión.

El consultor presentará en su informe final:

- ✓ Las medidas para el manejo de tránsito, enfocadas todas a cumplir con el Manual de Señalización Vial vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños, con el finde evitar accidentes en la obra.
- ✓ El estimativo de los costos del Plan de Manejo de Tránsito, para que la entidad contratante pueda asignar los recursos necesarios para este importante ítem de seguridad vial. Se deben contemplar 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 (en caso de 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 realizar 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 al elaborar los estudios y diseños.

12.1 Entregables

Se deben entregar firmados en formato físico y digital, editable y PDF, el informe del Plan de Manejo de Tránsito (incluyendo el contenido antes descrito y el capítulo final de conclusiones y recomendaciones) y los planos asociados, el presupuesto de implementación del PMT y memorial de responsabilidad.

13. XIII. ESTUDIO GESTIÓN PREDIAL

El proyecto cuenta con la gestión predial, los predios necesarios para la construcción de la vía El Aro-vía Puerto Valdivia-Presa ya fueron adquiridos por parte del municipio de Ituango.

OBJETO:
Revisar la gestión predial entregada, verificando las afectaciones territoriales del proyecto por la construcción y operación de la vía, establecidas técnica y jurídicamente, revisando y verificando los títulos de adquisición debidamente registrados, así como su coincidencia con los elementos catastrales y materiales, además de verificar la información de los predios afectados.

Revisar y ajustar el Informe Final de Gestión Predial, el cual debe considerar como mínimo los siguientes capítulos:

13.1 Capítulo 1. Objetivos y Alcances:

Objetivos:

Determinar, a través de una revisión técnica y jurídica, el área de afectación de predios por la construcción del proyecto vial, teniendo en cuenta el diseño geométrico definitivo, así como la correspondencia entre la afectación física y la titularidad de los predios afectados y adquiridos por el municipio de Ituango.

Alcances:

- Desarrollar la investigación técnica y levantamiento topográfico predio por predio para verificar las áreas afectadas en terreno por el proyecto de infraestructura vial.
- Verificar a través de las Oficinas de Registro de Instrumentos Públicos, Departamentos de Catastro, IGAC, Archivo General de la Nación, despachos judiciales, notarias y demás entidades, la información catastral y de titularidad de los predios a afectar.
- Identificar y evaluar las inconsistencias entre los documentos legales y la información física real de los predios afectados para prever las controversias y procedimientos a cursarse durante posteriores etapas de avalúo, negociación y adquisición de los predios.
- Suministrar a la entidad contratante un inventario organizado de la información técnica y jurídica de cada predio afectado por el proyecto de infraestructura vial.
- Revisar y verificar certificados de libertad de los predios afectados.
- Revisar y verificar que las escrituras correspondan a los predios afectados por el proyecto.

13.2 Capítulo 2. Generalidades

En este volumen se debe realizar el estudio básico sobre los predios afectados de naturaleza privada y pública, incluyendo los predios eventualmente baldíos.

Con base en el esquema de factibilidad se realizará la primera evaluación sobre las zonas y predios de posible intervención. Este esquema será objeto de ajuste para dar prioridad en su utilización a predios que sean propiedad del departamento o de los municipios y determinar la necesidad de intervenir predios privados.

Teniendo en cuenta el diseño geométrico definitivo, se debe verificar si existen predios afectados diferentes a los adquiridos por el municipio, ya que los proyectos de inversión en Fase III que incluyan como uno de sus componentes la compra de predios deben presentar los siguientes componentes para los predios no adquiridos y que sean necesarios:

1. Plano de localización.

2. Estudio de alternativas de los predios, en el cual se identifique y sustente técnica, jurídica y financieramente la selección de los predios a comprar.

3. Certificado donde se especifiquen usos, tratamiento, índices de ocupación y construcción aplicable a los predios seleccionados, de conformidad con el instrumento de planificación territorial vigente en el municipio correspondiente.

4. Avalúo comercial de los predios seleccionados elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) o por persona natural o jurídica competente.

5. Estudio de títulos donde se demuestre que el predio está libre de cualquier tipo de gravamen o limitación a la propiedad para llevar a cabo la compra. Estudio de títulos tratándose de proyectos de infraestructura de transporte cuya adquisición de inmuebles se prevea mediante saneamiento automático por los motivos de utilidad pública e interés social en el marco de la Ley 1682 de 2013.
Se deberá incluir un capítulo para el análisis de antecedentes de predios baldíos y falsas tradiciones, considerando desde que el predio matriz surgió a la vida jurídica, sin importar que el tiempo de estudio de títulos sea inferior, deberá consignar el análisis de áreas en donde se determine la necesidad de si esta se conserva, se certifica o rectifica de acuerdo con la Resolución 1040de 2023 IGAC.
El estudio de títulos comprenderá el análisis de la tradición a veinte (20) años, sin perjuicio de la complementación que deba realizarse para los predios que presenten antecedentes por adjudicación de baldíos o falsas tradiciones.

13.3 Capítulo 3. Plano General de afectación predial.

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

Por el plano se determinará el área de cada zona de terreno requerida, con respecto al diseño geométrico de la vía, representando los predios afectados, incluyendo linderos y numeración general de estos.

El Consultor deberá tener en cuenta en su elaboración, el sistema de información geográfica SIG para el almacenamiento de información, además todas las consideraciones técnicas para la elaboración de planos de acuerdo con la normatividad exigida. El consultor deberá basarse en los diseños, alcances y las prioridades definidas en el proyecto.

13.4 Capítulo 4. Investigación técnica y levantamiento topográfico.

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

Se requiere el levantamiento topográfico previo donde se detalle la línea de paramento o lindero del predio, bordes de vía, sardineles, líneas de alta tensión, postes, información vial, cercas, canales, árboles, etc. y el diseño de la construcción de la vía, con reservas viales peatonales para levantar el interior de los predios afectados por el trazado.

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

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

A los predios privados y públicos que resulten afectados se les realizará un estudio preliminar básico que incluirá:

- ✓ Identificación de predios particulares afectados por el eventual desarrollo del proyecto.
- ✓ Identificación preliminar de la geometría superficial de la afectación.
- ✓ Determinación del tipo de afectación, identificando si se hiciera necesaria la adquisición del predio o la negociación de una servidumbre.
- ✓ Investigación, recopilación, organización y sistematización de la información catastral correspondiente.
- ✓ Identificación de la naturaleza legal de la propiedad o de la ocupación.
- ✓ Cuantificación integral de la afectación, la cual involucrará el valor de la adquisición del predio o del reconocimiento de la servidumbre y el costo de los perjuicios que deben ser reconocidos a los propietarios o a los ocupantes por efectos de los terrenos, mejoras, bienes o cultivos existentes que se verán afectados con la intervención.

13.5 Capítulo 5. Investigación catastral:

La investigación catastral tendrá como producto un informe resultante del análisis de la información que se relaciona a continuación:

- En las Seccionales de Catastro del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en las oficinas de catastro de la jurisdicción respectiva o a través de las diferentes instituciones de orden local y nacional tales como: Alcaldías municipales, oficinas de planeación municipal, oficinas de notariado y registro, notarias, despachos judiciales, etc. el Consultor debe revisar la información jurídica de los predios y validar y/o complementar la documentación legal que haya sido suministrada por los propietarios.
- El consultor debe solicitar copia de las planchas catastrales para superponer con los planos de predios que se afectan con el proyecto, indagar el estado de actualización de la información catastral y de registro para aquellos predios afectados. Consultar y analizar los registros 1 y 2 para establecer la afectación real de los predios, así como posibles cambios que pudieran presentarse por la dinámica de la zona (englobes y desenglobes). Determinar el tipo de tenencia del predio según documentos legales.
- Para los predios adjudicados por el INCORA, se debe obtener la resolución de adjudicación.

Los documentos mínimos para recolectar son los siguientes:

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

13.6 Capítulo 6. Elaboración de planos y fichas prediales

El trabajo de campo se adelantará teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Elaboración de la Ficha Predial. Es la primera etapa dentro del proceso de adquisición de predios y su objetivo es determinar la relación existente entre catastro y registro, frente a la información física y jurídica de cada franja de terreno.
- ✓ La ficha predial debe ser firmada por quién elabore el trabajo de campo, con su respectiva matricula profesional y será responsable de los datos contenidos en ella y además debe ser avalada por el Consultor, quién será el responsable para las aclaraciones o reclamaciones del caso, por parte de la entidad contratante. El abogado responsable del estudio de títulos deberá verificar la correcta aplicación de los linderos del predio, el área total, el área restante y en caso de requerirse el área remanente según lo preceptuado en el artículo 33 de la Ley 1682 de 2013.

- ✓ Por esta razón se hace relevante la veracidad y coherencia de la información, ya que permitirá que las etapas posteriores del proceso de adquisición se desarrollen sin generar inconvenientes que retrasen la etapa de ejecución de la obra. Asimismo, se debe establecer la correspondencia entre el levantamiento topográfico y el estudio de títulos, a través de la recopilación y análisis de la información catastral y jurídica.

- ✓ Con la información base identificada en la Investigación Catastral se materializarán y verificarán las áreas requeridas independientes con base al diseño geométrico aprobado. La información catastral solo sirve como información inicial. Las áreas requeridas se materializarán y verificarán con fundamento en el diseño geométrico debidamente cotejado con la realidad jurídica del predio.

- ✓ Se localizará cada franja requerida considerando los puntos de referencia PR Inicial y PR Final, entre los que se encuentran los predios requeridos; esto hace referencia a los puntos más cercanos al eje de la calzada proyectada, para lo que se debe considerar los PR'S reales, entre los que se ubica el predio con relación a la Ruta correspondiente según la Nomenclatura de las vías del Sistema Nacional de Carreteras o Red Vial Nacional correspondiente al Departamento de Antioquia, establecida en 1917 de 2018 del Ministerio de Transporte. Indicando además con una I: izquierda, D: derecha de acuerdo al lado de la vía (sentido en que avanza el abscisado de la vía) para el cual es requerido; igualmente, se debe hacer la localización de la línea de chaflán y si en el diseño se solicita zona de seguridad adicional, esta debe ser localizada y demarcada junto con los chaflanes y linderos, con marcas de fácil identificación y permanentes.

- ✓ Las medidas se darán en metros lineales (m) con número entero y dos decimales. Las áreas de terreno deben expresarse para predios rurales en hectáreas (ha) y para predios urbanos en metros cuadrados (m2). En el componente topográfico se debe indicar si la abscisa está referenciada con base al KM del diseño Geométrico o al PR de la Vía actual.

- ✓ El área total se refiere a la extensión total del predio según documentos legales (títulos, escrituras, resoluciones). Para definir el área total del predio, se examinarán los lineamientos de las circulares conjuntas SNR-IGAC y, si hay que aplicar la Resolución 1040 de 2023.

- ✓ El área requerida es la necesaria para la construcción de las obras del proyecto vial, incluidas las zonas de seguridad, obras de drenaje y demás actividades que sean inherentes al proyecto como zonas de terreno requeridas para compensaciones ambientales y/o sociales, áreas remanentes no desarrollables, etc.
    - Las áreas requeridas pueden incluirse en zonas de reserva, fajas de retiro obligatorio, área de reserva o de exclusión para las carreteras, según la Ley 1228 de 2008, denominadas de primero, segundo y tercer orden. En todo caso deberá indicarse en el plano predial la línea que marca la zona de retiro obligatorio y las construcciones o mejoras ubicadas dentro de ésta.

- ✓ En caso de ser un terreno adjudicado por parte del INCODER u otra entidad, se debe analizar si técnica y jurídicamente el área requerida fue excluida en la resolución de adjudicación lo cual debe ser definido dentro del Estudio de Títulos.

- ✓ El área de derecho de vía se identifica independientemente y el estudio de títulos determinará si es o no objeto de adquisición.

- ✓ El área remanente o sobrante: es la diferencia del área total del predio menos el área requerida.

- ✓ El área remanente no desarrollable: corresponde a áreas que no son desarrollables “para ningún tipo de actividad por no cumplir con los parámetros legales, planes, o esquemas básicos de ordenamiento territorial o por tratarse de zonas críticas o de riesgo ambiental o social”. Si se incluye un área no desarrollable para adquisición, se deberá adjuntar el informe del técnico competente firmado por el profesional responsable y los certificados pertinentes que así lo avalan.

- ✓ En los casos en que las construcciones o mejoras se encuentren sobre la zona de reserva o exclusión o fajas de retiro obligatorio, se deberán registrar levantar las construcciones, viviendas, mejoras y/o cultivos existentes, y hacer la indicación dentro de la ficha. El ancho mínimo utilizable incluye la zona de retiro o aislamiento y el corredor de vía o ancho de carretera, de los que se deberá levantar las construcciones, viviendas, mejoras y/o cultivos existentes.

- ✓ Cuando se realice el inventario predial es necesario que en las edificaciones de más de un piso se haga una descripción independiente de áreas, materiales, características constructivas de cada uno de los niveles, pisos, sótanos o semisótanos. Dentro de la descripción del área construida se debe especificar: paredes, pisos, acabados, cubierta, cimentación, ventanas y estructura; estas especificaciones hacen referencia al área cubierta del predio. De existir corredores cubiertos pero abiertos como patios, terrazas, o ramadas, etc., anexos a la construcción, se deben tomar aparte como otro ítem con su descripción respectiva.

- ✓ Las enramadas, cobertizos, y similares no se consideran como construcciones sino como mejoras. Del mismo modo se entenderán las cercas divisorias (como postes de cemento o de madera industrial tratada, malla eslabonada, alambre de púa, cercas vivas o muros en material), instalaciones varias, redes de servicios, acometidas, parqueaderos, zonas duras, accesos con mejoramientos, y cualquier tipo de mejora que esté dentro del área requerida con su respectiva descripción. Se deben identificar las cercas internas de los predios y las cercas que se restituirán por la obra, estas últimas son aquellas colindantes con la vía. Se debe tener en cuenta que el constructor restituirá la cerca que delimitará el nuevo derecho de vía.

- ✓ Las mejoras se medirán de la siguiente manera: Corrales (metros lineales (m) y número de varas con su altura (m)), estanques o lagos (superficie y volumen de excavación, identificar el tipo y calidad de recubrimiento), tanques para almacenamiento de agua (metros cúbicos), pozos profundos (profundidad y diámetro), portales de entrada (unidades), vías privadas de acceso describiendo el tipo de rodadura o superficie (ancho y longitud), cercas de piedra superpuestas o fijas con concreto (ancho, alto), muros de cerramiento en piedra o ladrillo o malla eslabonada (longitud, altura), vallados (ancho, longitud), sistemas de riego con sus especificaciones técnicas (longitud).

- ✓ Se considerarán: Pozos sépticos, mejoras piscícolas, jagüeyes, cocheras o marraneras, establos, silos, beneficiaderos, trapiches, hornos y/o cualquier tipo de construcción que

se encuentre dentro del corredor vial afectado, indicando las características y medidas del caso.

- ✓ En el caso de intervención de infraestructura industrial o comercial conformada por un sistema modular de construcción, y que sea viable de modificar eliminando alguno de los módulos sin afectar el funcionamiento, se describe y mide, y además se debe relacionar como están integrados, construidos y distribuidos los módulos restantes.

- ✓ Se medirán y cuantificarán las áreas ocupadas por cultivos permanentes, semi permanentes, y plantaciones, indicando tipo, densidad y la unidad de medida o cantidad, dependiendo de la especie; clasificando, además, cada especie con base a su productividad, así́ correspondan a una misma especie. Se deben medir en proyección horizontal.

- ✓ Se tomará mínimo una foto con resolución adecuada que muestre la fecha de su toma por cada registro según la descripción de la ficha predial: a) vista general del predio respecto de la vía (panorámica), b) vista exterior e interior de la construcción, c) unidades constructivas, d) baño, e) cocina, f) cubierta, g) vista clara de las mejoras dentro de la zona requerida, d) vista para los cultivos, donde se pueda establecer la condición de estos (estado Fitosanitario). Cada fotografía se acompañará de una breve descripción en la Ficha Predial.

- ✓ Hay que cuantificar todas las construcciones, mejoras y especies existentes en la zona de terreno requerida para la construcción de la obra, incluyendo el chaflán y zona de seguridad, o el área establecida como requerida por el diseño geométrico del proyecto.

- ✓ Las características, estado de conservación y situación física del predio y sus elementos constitutivos deberán documentarse en un registro fílmico, en el que se indicará la fecha de su realización.

- ✓ Solicitar copia de los folios de la correspondiente matrícula inmobiliaria de cada predio.

- ✓ Realizar el estudio socio económico y el censo social de cada área a intervenir.

- ✓ La caracterización de los propietarios y los siguientes documentos para elaborar la propuesta de compra, según el censo social.
  - Fotocopias de las escrituras
  - Certificado de Tradición y Libertad
  - Registros fotográficos de cada predio

13.7 Capítulo 7. Avalúo comercial

Se debe dar aplicación a lo estipulado en la Ley 9 de 1989, Ley 388 de 1997, Decreto reglamentario 1420 de 1988, la Resolución del IGAC No. 620 del 23 de septiembre de 2008, que establecen la metodología y los procedimientos para la realización de los avalúos comerciales y que, además, establece los parámetros para el reconocimiento del daño emergente y el lucro cesante.

- ✓ Copia del acto administrativo, Acuerdo y Decreto vigente que regula el Plan de Ordenamiento Territorial, Plan Básico de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio con los soportes cartográficos digitales.
- ✓ Certificación 1: Existencia o no de alguna licencia urbanística, urbanización, parcelación, subdivisión, construcción, intervención, espacio público de los predios relacionados.
- ✓ Certificación 2: Existencia o no de Plan Parcial en el corredor de predios relacionados.
- ✓ Certificado 3: Usos permitidos, principal, complementario, restringido y prohibido de los predios relacionados de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial, Plan Básico de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial según sea el caso.
- ✓ Para cada avalúo comercial se deben adelantar los siguientes pasos y actividades:
- ✓ Realizar una visita técnica a cada inmueble objeto de avalúo.
- ✓ Tomar fotografías que identifiquen el predio, sus componentes principales, baño, cocina, habitaciones, según sea el caso y las mejoras más relevantes objeto del avalúo. (Se requiere una fotografía por cada ítem avaluado).
- ✓ Evaluar las condiciones de cada inmueble de acuerdo con la ficha predial y sus componentes jurídicos catastrales y cartográficos, implementando las metodologías definidas por el IGAC.

- ✓ Producir el correspondiente concepto de peritazgo (certificado de avalúo), dentro del plazo establecido, el cual no podrá exceder diez (10) días hábiles, los cuales se contarán a partir del día siguiente al recibo de la solicitud con toda la información y documentos establecidos, salvo las excepciones legales.
- ✓ Realizar el avalúo final para cada predio con todas las observaciones a que hubiere lugar y en las prioridades indicadas por la SIF.
- ✓ Todas las solicitudes deberán ser atendidas y su entrega se realizará en original y una copia, firmados por el representante legal de la firma avaluadora y el perito avaluador, incorporando dentro del documento una fotocopia de la ficha predial con su plano. Para cada predio el avalúo será entregado en un documento que contenga los pormenores de la investigación y el trabajo de campo adelantado, además del certificado de avalúo y las fotografías.
- ✓ Cuando se trate de más de un avalúo, estos deberán entregarse con su correspondiente "SÁBANA DE AVALÚOS RESÚMEN", debidamente totalizada en todos sus Ítem. (número de predios, propietarios, terreno a adquirir, construcciones, mejoras, valor total de los avalúos, etc.), según formato de la SIF.
- ✓ Se debe entregar adicionalmente una memoria explicativa del procedimiento empleado en la elaboración de los respectivos avalúos, junto con las investigaciones de mercado, de tipo económico y reglamentaciones urbanísticas vigentes. (certificado del uso del suelo).
- ✓ Determinar, presentar e incluir dentro del avalúo aquellos factores que influyen de manera directa en el valor del inmueble (rondas de río, servidumbres, humedales, reglamento de propiedad horizontal, planes parciales etc.).
- ✓ Tramitar y adquirir soportes documentales que permitan analizar la diferencia de valores que se presenta entre el avalúo catastral y el avalúo comercial objeto del contrato.
- ✓ Tener en cuenta y enunciar dentro del citado informe de avalúo, la reglamentación existente (uso del suelo) en el Plan de Ordenamiento Territorial; Plan Básico o Esquema de ordenamiento; según sea el caso del respectivo municipio.
- ✓ Asistir a las reuniones programadas p, relacionadas con el objeto de la contratación.
- ✓ Velar por la buena calidad de los trabajos y procedimientos utilizados en la elaboración del avalúo, por lo que, revisará o modificará el informe del avalúo cuando se requiera mediante comunicación escrita indicando claramente los motivos de dicha solicitud, según el Decreto 1420 de 1998 y la Ley 80 de 1993.
- ✓ Mantener en reserva la información que se obtenga y se conozca con ocasión del desarrollo del contrato, obligación extensiva a las personas que intervengan por cuenta de esta en su ejecución.

- ✓ Se deberá realizar el cálculo de las indemnizaciones.
- ✓ En caso de optar (no es obligatorio) por avalúos corporativos, deberá entregarse el acta de aprobación firmado por los miembros que integraron la junta o comité de avalúos correspondiente.
- ✓ Dado que los informes de avalúos serán considerados en eventuales procesos judiciales como prueba pericial, deberán contener los requisitos indicados por el artículo 226 del Código General del Proceso.

13.8 Capítulo 8. Estudio de títulos

El Contratista estudiará los títulos jurídicos remontándose al histórico de la vía, de manera que sea posible clarificar la titularidad del derecho de dominio de los predios a adquirir.

Para ello, el Contratista deberá realizar en general las siguientes actividades:

- ✓ Hacer un inventario organizado de toda la información recopilada en carpetas individuales para cada predio, actualizándola, adicionándola o complementándola, mediante la investigación de los documentos necesarios en desarrollo de la gestión.
- ✓ Organizar y entregar en medio físico y digital una carpeta por cada inmueble individual, identificada con el número de ficha predial, a la que incorporará en desarrollo de las actividades, los documentos en orden ascendente y separado mediante pestañas dentro del expediente.
- ✓ Elaborar el estudio de títulos para cada Ficha Predial levantada y autorizada por la Entidad, en el cual se plasme el resultado del análisis de los títulos traslaticios y no traslaticios del dominio, relacionados en el folio de matrícula inmobiliaria correspondiente a las escrituras públicas estudiadas.
- ✓ Elaborar el diagnóstico jurídico de mejoras en subcarpetas individuales, las cuales se identificarán con la numeración que indique la continuación de estas respecto del predio o carpeta matriz.
  En caso de existir predios con inmuebles constituidos bajo el régimen de propiedad horizontal, se debe elaborar un estudio por cada inmueble individualmente considerado, además del estudio de títulos del predio matriz, y un estudio del folio de matrícula inmobiliaria, en el que conste la tradición de las áreas comunes, estudio que deberá incluir el régimen jurídico al que se somete el reglamento de propiedad horizontal y la aprobación del gestor jurídico de la Interventoría para proceder a la negociación.

En los casos de predios que provengan de procesos de segregaciones y ventas parciales de un predio en mayor extensión, se deberán estudiar y aportar los títulos en los cuales consten las mencionadas segregaciones y ventas parciales; cuando los predios tengan una tradición común, considerablemente prolongada, se presentará un documento aparte analizando dicha tradición, lo cual no se entiende como elaboración de un estudio de títulos individual.

- ✓ Obtener copias simples de los títulos relacionados en los folios de matrícula inmobiliaria conformando la tradición de los inmuebles, así como de los documentos referidos en el estudio de títulos, remontándose cuando se abra la vía, o menos cuando se cuente con la instrucción por escrito de la Entidad.
- ✓ Igualmente obtener copia actualizada de los documentos que se requieran para complementar el estudio de la situación jurídica de cada predio, tales como folios de matrícula inmobiliaria, resoluciones expedidas por las Oficinas de Registro de Instrumentos Públicos, boletines catastrales, resoluciones de urbanismo, sentencias, autos judiciales, certificados de existencia y representación legal y constancias notariales. Si no se pueden obtener copias de alguno de los documentos requeridos para completar un estudio de títulos, se presentarán los oficios en que conste la solicitud de dichos documentos, ya sea ante notarías, Archivo General de la Nación, o el archivo de la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos de la ciudad respectiva, entre otros; igual que la respuesta dada por la entidad a la que se ofició.
- ✓ Realizar las revisiones o modificaciones a los estudios de títulos cuando el Gestor Jurídico así lo requiera. Antes del inicio del procedimiento de enajenación voluntaria, cada estudio de títulos deberá aprobarlo la Interventoría del contrato.
- ✓ Análisis Jurídico de existencia o no de Licencia urbanística, urbanización, parcelación, subdivisión, construcción, intervención o de espacio público y área mínima desarrollable y el análisis Jurídico de la certificación de la norma de uso del suelo.
- ✓ Análisis Jurídico del Área de Derecho de vía.
- ✓ Análisis Jurídico de la adquisición o no de la Ronda de Rio
- ✓ Análisis Jurídico de la capacidad del propietario del predio o de las mejoras, para realizar la venta o cesión de este.
- ✓ Adicionalmente para elaborar el Estudio de Títulos deberá tenerse en cuenta la siguiente información:
  - o Consulta del Predio en el Registro de Tierras Despojadas y Abandonadas Forzosamente creado por la Ley 1448 de 2011.
  - o Indagación respecto de la existencia de procesos administrativos y/o judiciales de restitución.

- Indagación respecto de la existencia de medidas de protección inscritas por la vía individual o colectiva a favor del propietario, que no hayan sido levantadas en virtud de lo previsto por la Ley 387 de 1997, el Decreto 790 de 2012 y el Decreto 2007 de 2001.

✓ En este insumo se deberá incluir como un capítulo especial, lo referente al análisis de antecedentes de predios baldíos y falsas tradiciones, considerando desde que el predio matriz surgió a la vida jurídica, aunque el lapso del estudio de títulos sea inferior. Igualmente, deberá consignar el análisis de áreas, en donde se determine la necesidad o no de conservarla, certificarla o rectificarla de acuerdo con la Resolución 1040 de 2023 IGAC.

✓ El estudio de títulos comprenderá el análisis de la tradición a veinte (20) años, sin perjuicio de la complementación que deba realizarse para los predios que presenten antecedentes por adjudicación de baldíos y falsas tradiciones.

Nota: Este insumo debe ser elaborado por el Contratista, aprobado por la Interventoría y deberá ser firmado por los profesionales a cargo de estas actividades indicando nombre completo legible, número de matrícula profesional y/o tarjeta profesional, fecha de elaboración y aprobación.

13.9 Capítulo 9. Investigación, diagnóstico y caracterización socio-predial

El contratista deberá presentar un informe con el número de unidades sociales según el número de predios requeridos y la clasificación de estas, determinando en casa si son unidades sociales residentes, arrendatarias, comodatarias, productivas o institucionales.

Igualmente informará de manera concreta si existen razones sociales o jurídicas para considerarlas en la categoría de sujetos de especial protección constitucional.

Para los predios que ya han sido objeto de adquisición, se deberá presentar un informe en el que se indique si el predio se encuentra irregularmente ocupado o si por lo contrario se encuentra disponible para la ejecución del proyecto.

13.10 Capítulo 10. Entregables.

La información presentada se deberá consignar en un informe que se presentará con los siguientes documentos:

- ✓ Informe detallado de la revisión y verificación de la adquisición de predios.
- ✓ Análisis jurídico de los predios propuestos para intervención o compensaciones ambientales y forestales, de manera que se verifique que no poseen limitantes que dificulten o retrasen la ejecución del contrato de construcción de la vía, tales como sucesiones, falsas tradiciones y demás que apliquen.
- ✓ Cuadro detallado de la información, el cual relacionará al menos:
  - Tipo del predio
  - Nombre del predio
  - Propietario u ocupante titular
  - Descripción de la localización
  - Dimensiones de la afectación
  - Información básica catastral
  - Descripción de mejoras y cultivos
  - Relación de predios afectados.
- ✓ Certificado donde se especifiquen usos, tratamiento, índices de ocupación y construcción aplicable a los predios afectados.
- ✓ Registro fotográfico.

El Consultor debe presentar en forma clara las conclusiones a las que llegó el estudio, indicando las precisiones de éste.

El consultor describirá las sugerencias o aportes que genera para ser tenidas en cuenta, antes y durante la concepción del proyecto.

Así mismo deberá presentar los siguientes productos:

- ✓ Plano de localización.
- ✓ Estudio de títulos.
- ✓ Certificados de libertad.
- ✓ Escrituras a nombre del municipio.
- ✓ Avalúo comercial en el caso de los predios requeridos y no adquiridos.
- ✓ Informe de caracterización socio-predial.

14. XIV. ESTUDIO DE ANALISIS Y GESTION DEL RIESGO Y SOSTENIBILIDAD

14.1 Capítulo 1. Generalidades

Se presentará el análisis de riesgo de desastres según Acuerdo 038 del 7 de junio de 2016 y el Artículo 38 de la ley 1523 de 2012 que reza:

> **Artículo 38.** Incorporación de la gestión del riesgo en la inversión pública. Todos los proyectos de inversión pública con incidencia en el territorio, a nivel nacional, departamental, distrital o municipal, deben incorporar un análisis de riesgo de desastres cuyo nivel de detalle se definirá según la complejidad y naturaleza del proyecto. Este análisis deberá ser considerado desde las etapas primeras de formulación, a efectos de prevenir la generación de futuras condiciones de riesgo asociadas con la instalación y operación de proyectos de inversión pública en el territorio nacional.

En cuanto a la gestión del Riesgo, el contratista consultor de Estudios y Diseños deberá presentar el Plan de PREVENCIÓN, PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS: Artículo N° 2.2.4.6.25 Decreto 1072, que deberá contener lo siguiente:

- Tener Identificadas sistemáticamente todas las amenazas que puedan afectar al proyecto.
- Tener identificados los recursos disponibles, incluyendo las medidas de prevención y control existentes al interior del proyecto para prevención, preparación y respuesta ante emergencias, así como las capacidades existentes en las redes institucionales y de ayuda mutua
- Análisis de la vulnerabilidad del proyecto frente a las amenazas identificadas, considerando las medidas de prevención y control existentes
- Valoración y evaluación de los riesgos considerando el número de trabajadores expuestos, los bienes y servicios prestados.
- Tener diseñados e implementados los procedimientos para prevenir y controlar las amenazas priorizadas o minimizar el impacto de las no prioritarias
- El plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias esta formulado para responder ante la inminencia u ocurrencia de eventos potencialmente desastrosos
- Tener asignados los recursos necesarios para diseñar e implementar los programas, procedimientos o acciones necesarias, para prevenir y controlar las amenazas prioritarias o minimizar el impacto de las no prioritarias
- Tener implementadas las acciones factibles, para reducir la vulnerabilidad del proyecto frente a estas amenazas que incluye entre otros, la definición de planos de instalaciones y rutas de evacuación

- Tener programa de información, capacitación y entrenamiento: para que todos los trabajadores estén en capacidad de actuar y proteger su salud e integridad, ante una emergencia real o potencial
- Programación de simulacros como mínimo una (1) vez al año con la participación de todos los trabajadores
- Tener conformada, capacitada, entrenada y dotada la brigada de emergencias, acorde con su nivel de riesgo y los recursos disponibles, que incluye la atención de primeros auxilios
- Inspecciones de acuerdo con la periodicidad que sea definida en el SG-SST, todos los equipos relacionados con la prevención y atención de emergencias incluyendo sistemas de alerta, señalización y alarma, con el fin de garantizar su disponibilidad y buen funcionamiento
- Tener programas o planes de ayuda ante amenazas de interés común, identificando los recursos para prevenir, preparar y responder ante emergencias en el entorno del proyecto y articulándose con los planes que puedan existir en la zona donde se ubica el proyecto.

Por otra parte, la orden cuarta del Auto AI 070 de 2022 emitido por la Jurisdicción Especial para la Paz ordena la elaboración del protocolo de salvaguarda y protección de cuerpos no identificados de presuntas víctimas del conflicto armado colombiano". En trabajo conjunto de diferentes entidades del orden nacional, se acordó abordarlo como protección de áreas de interés forense porque en estas se presentan los elementos biológicos, estructuras óseas y físicos asociados, son elementos del contexto y el hallazgo de posible interés forense los que se deben salvaguardar y proteger, no solo los cuerpos.

En el desarrollo de los proyectos de infraestructura del sector transporte, que requieren de un instrumento de control y manejo ambiental y un Programa de Arqueología Preventiva, las actividades de arqueología pueden resultar en el hallazgo y la identificación de contextos de posible interés forense, siendo en este caso el profesional en Arqueología el responsable de establecer el carácter del hallazgo y de realizar el registro de información e implementar todas las acciones descritas en la sección de "Acciones ante hallazgos de posible interés forense" del documento de los lineamientos para la elaboración de protocolos para salvaguarda y protección de cuerpos de presuntas víctimas del conflicto armado colombiano en proyectos de infraestructura de transporte del gobierno nacional. Estos lineamientos son directrices vinculantes para implementarse en los proyectos de infraestructura del sector transporte.

A continuación, se definen actividades, productos y fuentes que se deben incorporar para la elaboración de los protocolos, sin perjuicio de las que puedan resultar, y con las que el sector transporte contribuye a la búsqueda.

Actividad 1. Validar con información a su alcance los instrumentos de planificación territorial que permitan identificar si en el área de influencia del proyecto pueda haber posibles áreas de interés forense.

Producto: Inclusión de un capítulo en el informe. Dentro de este capítulo deberá señalar los aspectos que serán objeto de análisis durante esta etapa, si es del caso de ser de interés forense, las medidas a implementar para contribuir a la búsqueda desde el proyecto de infraestructura, así como las medidas para no afectar el desarrollo del proyecto de infraestructura.

Fuentes: informes, reportes y otros documentos relacionados con instrumentos de planificación territorial.

Actividad 2: informar a la FGN - GRUBE y a la UBPD que se va a desarrollar un proyecto de infraestructura especificando el tipo de obra y el área de influencia a intervenir. En esa misma comunicación solicitar a las entidades mencionadas, validar si el área de influencia a intervenir en el proyecto de infraestructura tiene algún punto y/o área de interés forense.

La respuesta que emitan las entidades señaladas, dentro de los términos específicos de la Ley 1755 de 2015, será uno de los insumos para las medidas a tomar en el protocolo del proyecto de infraestructura.

Producto: solicitud de información, mediante derecho de petición, especificando el tipo de obra y el área de influencia a intervenir según el formato anexo a este lineamiento, mismo concertado con la FGN-GRUBE y a la UBPD.

Fuentes: informes y reportes del estructurador junto con los anexos de los formatos requeridos por la FGN - GRUBE y la UBPD.

Actividad 3. Actualizar e incorporar la información entregada por la FGN - GRUBE y la UBPD con relación al área de influencia a intervenir en el proyecto de infraestructura y en la matriz de riesgos de este.

Producto: inclusión de un capítulo en el documento.

Dentro de este capítulo deberán analizar los aspectos relacionados. con las posibles áreas de interés forense y definir las medidas a implementar para contribuir a la búsqueda conforme al alcance del proyecto.

Fuentes: respuestas, informes, reportes, oficios y otros documentos de la FGN-GRUBE y a la UBPD.

Este componente debe estar en articulación con el programa de arqueología preventiva y actividades de arqueología.

14.2 Capitulo 2. Conclusiones y Recomendaciones

Una vez identificados y valorados los riegos una Acción a causa del Desarrollo de una obra, actividad o proyecto, se indicarán las soluciones para mitigar los impactos ejercidos.

14.3 Capítulo 3. Entregables

Como parte de la entrega este componente se debe entregar en físico y digital tanto en PDF como en formato editable los siguientes productos:

- ✓ Matriz de riesgos.
- ✓ Matricula profesional y memorial responsabilidad de los profesionales involucrados.
- ✓ Protocolo para salvaguarda y protección de cuerpos de presuntas víctimas del conflicto armado colombiano.

15. XV. ESTUDIO ESTIMACION DE CANTIDADES DE OBRA, COSTOS Y PRESUPUESTOS (INCLUYE PROCESO CONTRUCTIVO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS)

El informe final para la elaboración de los Estudios de cantidades de obra, análisis de precios unitarios y presupuesto para la estructuración del pliego de condiciones, debe contener los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. CANTIDADES DE OBRA
CAPÍTULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.
CAPÍTULO 4. PROCESO CONSTRUCTIVO
CAPITULO 5. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CAPÍTULO 6. PRESUPUESTO
CAPÍTULO 7. PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA E INVERSIÓN, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS Y DE MATERIALES
CAPÍTULO 8. PRODUCTOS ENTREGABLES

15.1 Capítulo 1. Objetivo y alcances

Objetivo: Proporcionar la información necesaria para configurar los Pliegos de Condiciones de la Licitación de Construcción, estableciendo las Condiciones Técnicas para el desarrollo de los trabajos, así como el Programa de construcción, Cronograma de trabajo y de inversión, el Presupuesto estimado para la ejecución de las obras y el Plan de Manejo Ambiental o Plan de Adaptación a la Guía Ambiental.

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, materiales a emplear, longitudes de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes, etc.
- Estudio y memoria de cantidades de obra, detallada, con ilustraciones acotadas en las que se pueda verificar la información.
- Análisis del AIU, éste debe incluir todos los profesionales necesarios para la ejecución del proyecto, los gastos de viaje requeridos, equipos de oficina, papelería, pólizas, en general todos los gastos Administrativos a que hubiera lugar, así como la discriminación de la Utilidad y los Imprevistos.
- Análisis de Precios Unitarios.

- Definir aquellas especificaciones para construcción, generales y particulares que no estén estipuladas por INVIAS pero que se requieran para la adecuada construcción de las obras.
- Cálculo del presupuesto de Interventoría.
- Cálculo del Factor multiplicador.
- Cálculo del Factor prestacional.
- Cálculo del presupuesto de obra.
- Cálculo del presupuesto del Proyecto. En el presupuesto se contemplan los costos de la caracterización de la vía a construir, así como los del Plan de Manejo de Tránsito y el Plan de Manejo Ambiental.
- Proceso constructivo considerando las cuadrillas de mano de obra contempladas en los Análisis de Precios Unitarios.
- Elaborar el Programa de Construcción

15.2 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, kilómetro por kilómetro, separando cada obra de drenaje y cada puente u obra especial incluyendo Túneles si los hay. Esta valoración debe hacerse teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción vigentes del INVIAS, las Particulares definidas por el estudio y las normas de tipicidad de obras especiales contenidas en manuales de dimensionamiento vigentes.

Estos valores se deben presentar en una hoja de cálculo de Excel, en donde cada hoja, debe corresponder a todos y cada uno de los ítems de obra propuestos por el consultor en el presupuesto. Para calcular concretos, se diferenciará entre las obras de drenaje y las de estabilización y las actividades complementarias a estas como rellenos, filtros, excavaciones varias, solados, etc.

La información antes descrita se debe incluir en un 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.

15.3 Capítulo 3. Especificaciones técnicas de construcción

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.

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 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.

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 acorde a 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 con 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.

15.4 Capítulo 4. Proceso constructivo

El documento del Proceso constructivo, debe incluir la descripción de los equipos y maquinaria a utilizar en la obra, mano de obra para realizar las actividades teniendo en cuenta las cuadrillas de mano de obra contempladas en los Análisis de Precios Unitarios, y el procedimiento de ejecución y alcance de las actividades relacionadas en el presupuesto, relacionando también las actividades referentes al Plan de Manejo Ambiental o Plan de Adaptación a la Guía Ambiental y al Plan de Manejo de Tránsito.

15.5 Capítulo 5. Análisis de precios unitarios

Para elaborar los Análisis de Precios Unitarios el Consultor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

Las condiciones de ejecución de acuerdo con los ítems de pago de las Especificaciones Generales 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 se analizarán considerando 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 m^3 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 m^3-Km., siendo este m^3 compacto.
En la mano de obra se considerarán los jornales de las cuadrillas de obreros y personal especializado considerando el jornal básico o el vigente en la región, afectado del porcentaje de prestaciones sociales según 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.

Definición: Los análisis de precios unitarios permiten determinar el costo de producir una unidad de los ítems del presupuesto.

Para calcular el precio de una actividad, lo primero que se debe revisar es su especificación, para determinar qué actividades se incluyen en el ítem y como es la medida y pago de la actividad analizada.

Una vez se tiene claro lo anterior se procede a determinar los materiales, mano de obra, equipos y transporte requerido para ejecutar la actividad.

Con esta información se procede a determinar los rendimientos y consumos, según sea el caso, requeridos para ejecutar una unidad del ítem analizado.

En ocasiones es necesario realizar composiciones, sub-análisis, análisis horarios, análisis de cuadrillas o análisis auxiliares para determinar el costo de los elementos que se emplearan en el análisis unitario.

A continuación, se indicará en detalle cómo debe realizarse el cálculo de cada uno de los componentes del APU.

Metodología para el Cálculo de A.P.U.:

Cálculo del costo de los Materiales

Precios: Los precios de los materiales deberán estar respaldados por cotizaciones de los proveedores del insumo. En el precio debe incluirse el IVA y el valor del flete para llevarlo al sitio de la obra, y si aplica el valor del almacenamiento especial que se requiera.

Las cotizaciones se incluirán como un anexo al informe de los A.P.U.

Si los materiales son producidos en la obra se deberá incluir el análisis que soporte el cálculo del precio del insumo.

Cantidad: Se debe calcular la cantidad del material a consumir para producir una unidad del ítem analizada e incluir los posibles desperdicios que se puedan presentar, este cálculo se incluirá en una memoria acompañada por los A.P.U.

En el caso de los materiales granulares se debe incluir también el factor de compactación del material, normalmente este factor varía entre 1.15 y 1.3.

En el caso de las mezclas de concreto asfáltico o hidráulico, si no se incluye la cotización del suministro del material, deberá hacerse el respectivo análisis auxiliar, en este caso las cantidades serán las dosificaciones utilizadas.

Valor de los materiales: El valor de los materiales es el costo del material, multiplicado por la cantidad que se requiere para producir una unidad del ítem que se analiza.

Cálculo del costo de la mano de obra

La mano de obra que se considera en el A.P.U., es la que se emplea directamente en la ejecución de la actividad, los ingenieros y el personal administrativo de la obra se incluyen en el análisis de A.I.U.

Costo de la mano de obra: En primer lugar, se debe determinar la escala salarial que se pagará en la obra, normalmente se define clasificando el personal en maestros, oficiales y ayudantes y asignado el salario a cada uno de ellos.

Los ayudantes son los obreros rasos y su asignación salarial normalmente es el salario mínimo legal vigente. Los oficiales son los siguientes en la jerarquía y su asignación suele estar entre los 2 y 4 smmlv, finalmente los maestros son los jefes de las cuadrillas y su asignación puede estar entre los 3 y 5 smmlv. A todos los valores anteriores hay que afectarlos por el factor prestacional, para incluir el costo de las prestaciones sociales.

Adicionalmente se debe hacer una composición del costo del jornal de la mano de obra, considerando las horas ordinarias y nocturnas, de acuerdo con la jornada que se tenga prevista para ejecutar la obra, definida en el programa de trabajo. Las horas extras y el costo de los festivos se deben incluir en el cálculo del factor prestacional.

Análisis de cuadrillas – Rendimientos: Se deben conformar cuadrillas, para cada trabajo, combinando la cantidad de maestros-oficiales-obreros que se requieran para la actividad, calculando el jornal (costo diario) de la cuadrilla.

Una vez se tienen conformadas las cuadrillas, se deben asignar a las actividades y determinar el rendimiento de estas.

El rendimiento, es la cantidad de unidades del ítem que se analiza, que la cuadrilla produce en una jornada de trabajo.

La estimación del rendimiento depende de las condiciones del trabajo que realiza la cuadrilla y debe coincidir con las suposiciones utilizadas para elaborar el programa de construcción.

Valor de la mano de obra: El valor de la mano de obra, es el costo de la mano de obra dividido entre el rendimiento de la cuadrilla para producir una unidad del ítem analizado.

Cálculo del costo del equipo

La elección del tipo y tamaño de los equipos debe corresponder con la tarea a realizar y coincidir con el plan de obra del programa de trabajo.

Tarifa horaria del equipo: En el caso del equipo, si se tienen las cotizaciones de alquiler este es el precio que se debe usar, incluyendo el IVA si aplica.

Las cotizaciones del alquiler de los equipos deben anexarse al informe de los A.P.U.

Si no se tienen las cotizaciones se debe realizar el análisis de costo horario de equipos.

En el caso anterior se debe incluir como anexo al informe de los A.P.U, el soporte del valor del equipo que se utilizó.

Rendimiento del equipo: El rendimiento es la cantidad de unidades del ítem analizado que el equipo produce en una hora.

Para la estimación del rendimiento del equipo, se debe partir del manual del fabricante del equipo, sin embargo, es necesario considerar las reducciones por la disponibilidad del equipo y las condiciones particulares de trabajo que tendrá.

Además, es necesario calcular los ciclos de producción, que normalmente incluyen varios equipos diferentes que se complementan en la ejecución de un grupo de ítems en particular y condicionan sus rendimientos simultáneamente.

Estos ciclos de producción no solo sirven para estimar el precio unitario, sino también para elaborar el programa de obra y estimar el tamaño de la flota que se requiere para el proyecto.

Como anexo a los A.P.U. se debe dejar una memoria del cálculo del rendimiento del equipo y de todos los ciclos de producción.

Valor del equipo: El valor del equipo es el costo horario de este, dividido entre el rendimiento que se calculó para el ítem analizado.

Valor del transporte o acarreo

Costo del acarreo por unidad de longitud: El costo del acarreo es un caso particular del equipo, en el que se estima el costo del transporte por metro cúbico por kilómetro, o por tonelada/kilómetro.

Valor del acarreo: El valor del acarreo, es el que resulta de multiplicar el costo por unidad de longitud por la distancia promedio que hay que acarrearla para producir una unidad del ítem analizado.

Cálculo del A.P.U.: Para todos los componentes del A.P.U., materiales, mano de obra, equipo y acarreos se hace el respectivo análisis y luego se suman para determinar el valor del costo directo de la actividad. El formato para este cálculo será el establecido por INVIAS.

15.6 Capítulo 6. 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.

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 del proyecto, 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 este 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.

Procedimiento para el Cálculo del A.I.U.: Lo primero que se debe tener en cuenta para calcular el A.I.U. de un proyecto, es que cada proyecto es único y no existen valores típicos para este factor. El A.I.U. siempre debe calcularse.

La planilla de cálculo del A.I.U., debe discriminar y clasificar los costos indirectos del proyecto, de forma que puedan analizarse los efectos de cada grupo de costos en forma individual.

Todos los valores que se incluyan en el cálculo deben estar soportados con cotizaciones, de forma que el A.I.U. sea lo más real posible.
En algunos casos como en el costo de las pólizas, será necesario realizar el cálculo de que porcentaje representan del costo total, en el caso de la alimentación el total de comidas, etc. Por lo anterior es necesario incluir una memoria con estos cálculos.

Gastos Generales: Son los gastos indirectos que podemos determinar, son función del tiempo de permanencia, traslados de equipos, montajes, del área construida, etc. Nunca son un porcentaje del precio de venta.

Los gastos generales se pueden subdividir en:

Instalaciones:

Se debe incluir en este rubro, el costo de las construcciones requeridas para la obra, de acuerdo con lo establecido en el plan general del proyecto. El costo puede ser el valor de la construcción de las facilidades o el valor del alquiler de las mismas durante la ejecución del proyecto.

Así mismo se debe incluir el costo de las dotaciones que se requieren para que estas instalaciones sean utilizadas.

Personal administrativo:

En este rubro se debe incluir todo el personal que se requiere para la ejecución del proyecto y no se incluye en los precios unitarios.

Se deben considerar los costos del personal, incluyendo el factor prestacional adecuado y la permanencia en la obra. Si la obra es muy compleja se debe anexar un histograma mostrando en qué momento llegan y salen los ingenieros especialistas del proyecto. Este histograma debe coincidir con el programa de obra.

Equipo de Apoyo:

En este rubro se incluyen todos los vehículos y equipos que se requieren para ejecutar la obra y no se cargaron en los precios unitarios, como por ejemplo los camiones para transporte interno, grúas del taller, ambulancias, las camionetas de la administración, etc.

Dependiendo del proyecto se puede colocar una tarifa mensual por la cantidad de meses, o el valor de compra del vehículo.

Varios:

En este apartado incluimos todos los rubros que no se pueden clasificar en los anteriores rubros y tampoco se encuentran incluidos en los precios unitarios del proyecto (costo directo), ni tienen ítem de pago por separado en el presupuesto.

Se incluyen costos como, la alimentación del personal, los costos ambientales, los costos asociados a la seguridad industrial, montajes de planta, transporte de equipos, etc.

Costo Directo:

Es el valor que resulta de multiplicar las cantidades de obra por los precios unitarios. Se puede decir que es el costo de la obra sin la administración que se requiere para construirla.

Entrega Material:

Es la suma de los Gastos Generales y el Costo directo, es el valor que cuesta construir la obra, sin el pago de los valores porcentuales o que dependen del precio de venta.

Porcentuales:

Son los costos que dependen del precio de venta, se deben relacionar e indicar el porcentaje respectivo.

Se deben incluir, las pólizas, impuestos, seguros especiales, imprevistos, utilidad, etc.

15.7 Capítulo 7. 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 las 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 aclarar que el Cronograma es aplicable especialmente a 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.

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 la que debe terminarse 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 de este.

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: etapa de inicio del proyecto en la que se determina qué se realizará y cómo se hará, 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 sobrecostos). 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.

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.

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, para que el proyecto quede definido por ellos.

Paso 2: Fragmentar cada objetivo en las actividades necesarias 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.

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.

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 de cada actividad a realizar.

La duración de cada actividad se estimará según 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.

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 forma que su uso sea la óptima en el proyecto, evitando iniciaciones adelantadas o terminaciones tardías.

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 de este 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.

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.

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.

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.

15.8 Capítulo 8. Entregables

El consultor deberá entregar como productos resultantes de los estudios y diseños para este volumen:

- Presupuesto de interventoría, cumpliendo la especificación técnica del INVIAS.
- Discriminación del factor multiplicador
- Presupuesto de obra, cumpliendo la especificación técnica del INVIAS.
- Discriminación del AIU
- Discriminación del factor prestacional
- Cuadro detallado con el cálculo de las cantidades de obra

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 softwares del mercado como Project, Primavera o similar adjuntando el cuadro de recursos y asignación de estos, diagrama de Gantt con ruta crítica y el análisis de tiempos de acuerdo con los rendimientos calculados para los recursos.
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.

16. XVI. INFORME EJECUTIVO

Se presentará un informe ejecutivo en el cual se resume la información más importante del proyecto.

Aclaraciones Finales para los Estudios y Diseños

Todos los productos de los capítulos se deben entregar con firma original en medio físico y magnético. Para la información digital es necesario que esta sea remitida tanto en formatos editables como en PDF.

Se debe presentar un resumen ejecutivo con la información que permita conocer la localización geográfica del tramo de vía en estudio y conocer la importancia socioeconómica del mismo.

Incluir una ficha técnica resumen de los resultados indicando las cantidades de obra requeridas, los costos y los tiempos de ejecución.

Toda la información primaria que se levante durante el desarrollo de estudios y diseño debe llevarse a una base de datos que alimente un Sistema de Información Geográfica, que, en conjunto con la identificación del corredor, el inventario y evaluación de la infraestructura de la vía y las obras que se construyan, con el fin de que se alimente la base de datos de la Entidad con dicha información. Cabe destacar que el Consultor deberá participar activamente del proceso de ejecución del proyecto.

Elaboró:

Original firmado
Zahr L Acosta
Ingeniera Civil
MP 05202-80839-ANT
Contratista
Dirección de estructuración de proyectos
Secretaria de Infraestructura Física