

CONTENIDO DE ESTUDIOS DE DETALLE¹

VOLUMEN I	ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO
CAPITULO 1.	OBJETIVO Y ALCANCE
CAPITULO 2.	DESCRIPCION Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO
CAPITULO 3.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS
CAPITULO 4.	PLANOS
CAPITULO 5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
ANEXOS	
VOLUMEN II	ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTÉCNIA
CAPITULO 1.	OBJETIVO Y ALCANCE
CAPITULO 2.	GENERALIDADES
CAPITULO 3.	DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA
CAPITULO 4.	ESTUDIO DE ANTECEDENTES
CAPITULO 5.	ESTUDIOS DE CAMPO
CAPITULO 6.	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

¹ Este anexo presenta el contenido del Estudio de Detalle (“Fase III”) que deberá ser utilizado por el Concesionario para la preparación de sus propios diseños detallados a ser presentados a la Interventoría y a la Agencia, considerando las directrices, parámetros y metas de desempeño técnico definidas en el Contrato y sus apéndices técnicos.

**PROYECTO ZIPAQUIRA –
BUCARAMANGA (PALENQUE)**

CONTRATO DE CONCESIÓN

Apéndice D

**VOLUMEN III ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE
FUNDACIONES DE PUENTES VEHICULARES,
PEATONALES, OBRAS DE ARTE Y OTRAS ESTRUCTURAS
DE CONTENCIÓN**

- CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
 - CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO
 - CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO
 - CAPITULO 4. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO
 - CAPITULO 5. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN
 - CAPITULO 6. ANÁLISIS GEOTECNICO
 - CAPITULO 7. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO
 - CAPITULO 8. OBRAS COMPLEMENTARIAS
 - CAPITULO 9. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- ANEXOS

**VOLUMEN IV ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE
TALUDES**

- CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
 - CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO
 - CAPITULO 3. DIAGNOSTICO GEOTÉCNICO
 - CAPITULO 4. PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS
 - CAPITULO 5. TOPOGRAFÍA
 - CAPITULO 6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y/O ESTABILIZACIÓN
 - CAPITULO 7. PROPUESTAS DE SOLUCION
 - CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- ANEXOS

VOLUMEN V ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO

- CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
- CAPITULO 2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
- CAPITULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE
- CAPITULO 4. TRABAJOS DE CAMPO
- CAPITULO 5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
- CAPITULO 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES
- CAPITULO 7. DISEÑO DE MEZCLAS
- CAPITULO 8. ESTUDIO DE TRANSITO
- CAPITULO 9. DISEÑO DEL PAVIMENTO
- CAPITULO 10. SECCIONES TRANSVERSALES
- CAPITULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

VOLUMEN VI ESTUDIO ESTRUCTURAL PARA DISEÑO DE PUENTES VEHICULARES Y PEATONALES

- CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
- CAPITULO 2. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTRUCTURAS
- CAPITULO 3. GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA
- CAPITULO 4. HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN
- CAPITULO 5. GEOTECNIA Y SUELOS
- CAPITULO 6. PROYECTO ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES
- CAPITULO 7. PLANOS DE CONSTRUCCIÓN
- CAPITULO 8. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN
- CAPITULO 9. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
- CAPITULO 10. PRESUPUESTO
- CAPITULO 11. INFORME FINAL
- CAPITULO 12. INFORMES

PROYECTO ZIPAQUIRA –
BUCARAMANGA (PALENQUE)

CONTRATO DE CONCESIÓN

Apéndice D

CAPITULO 13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VOLUMEN VII ESTUDIO DE GESTIÓN PREDIAL, SOCIAL Y AMBIENTAL

VOLUMEN VIII ESTUDIO DE SEÑALIZACION

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

VOLUMEN IX INFORME MENSUAL RESUMEN

**PROYECTO ZIPAQUIRA –
BUCARAMANGA (PALENQUE)**

CONTRATO DE CONCESIÓN

Apéndice D

VOLUMEN I	ESTUDIO DE DISEÑO GEOMETRICO.
VOLUMEN II	ESTUDIO DE GEOLOGIA PARA INGENIERIA Y GEOTECNIA
VOLUMEN III	ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES
VOLUMEN IV	ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES
VOLUMEN V	ESTUDIO GEOTECNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO
VOLUMEN VI	ESTUDIO ESTRUCTURAL PARA DISEÑO DE PUENTES VEHICULARES Y PEATONALES
VOLUMEN VII	ESTUDIO DE GESTION PREDIAL, SOCIAL Y AMBIENTAL
VOLUMEN VIII	ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN
VOLUMEN IX	INFORME FINAL RESUMEN

El Informe Final de los estudios comprende los alcances, metodología, resultados, cálculos, planos, conclusiones y recomendaciones de cada una de las áreas que lo conforman, cuyo contenido y alcances generales se describen a continuación.

El presente apéndice presenta de manera general los estudios que como mínimo se deben llevar a cabo en los proyectos de infraestructura vial que están a cargo de la Agencia Nacional de Infraestructura, la aplicabilidad de cada uno de los mismos depende de las condiciones particulares de cada proyecto y del alcance establecido en el contrato de concesión.

VOLUMEN I - ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO

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

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

El Estudio de Trazado y Diseño Geométrico, consiste en la definición del trazado de la vía mediante el empleo del conocimiento detallado de las laderas del corredor contenido en la exploración y análisis de toda la información geométrica, geológica, geotécnica y ambiental del proyecto y basado entre otros en los estudios disponibles para el proyecto.

1.2 ALCANCES

El Concesionario deberá definir un diseño geométrico acorde con las normas y criterios establecidos en el manual del INVIAS.

Como resultado de los estudios geológicos, geotécnicos y ambientales detallados del corredor, y con el propósito de garantizar condiciones de estabilidad, se hará necesario posiblemente efectuar modificaciones al diseño geométrico.

Materializar la totalidad del eje en planta y verificar en campo el cumplimiento de los criterios y consistencia geométrica del diseño, respecto a los contornos topográficos de la ladera, acorde con las normas y criterios establecidos en el manual del INVIAS.

Los especialistas de Diseño Geométrico, Geología y Geotécnica, analizarán en forma detallada cada sector de corte y de terraplén en toda la longitud del corredor vial proyectado, con el fin de plantear modificaciones si es el caso al diseño geométrico, para el propósito de garantizar economía en el proyecto en condiciones de estabilidad.

La información suministrada con relación al Alcance y las actividades a realizar, deben interpretarse como una guía general al Concesionario, para la ejecución de los estudios del proyecto.

1.2.1 Actividades de Topografía²

² El Concesionario puede utilizar modelos digitales de terreno MDT para preparar su Estudio de Trazado y Diseño Geométrico. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que dado que el MDT sólo posee características altimétricas no teniendo ningún detalle planimétrico, será imprescindible la realización de todos los trabajos topográficos contemplados que sean susceptibles de contener detalles planimétricos o que fueran imprescindibles para la definición de los trazados definitivos de los corredores. De la misma forma los levantamientos topográficos de detalle que requieran grandes precisiones altimétricas por la tipología de la obra tampoco podrán ser eliminados, ni sustituidos por el MDT. Dicho lo anterior, el Concesionario tendrá la capacidad de presentar a la

**PROYECTO ZIPAQUIRA –
BUCARAMANGA (PALENQUE)**

CONTRATO DE CONCESIÓN

Apéndice D

- Los puntos o elementos del eje localizado, deberán ser referenciados con mojones de concreto, las coordenadas del proyecto, deben pertenecer al sistema de coordenadas IGAC.
- Plantear la poligonal preliminar de topografía.
- Plantear el eje horizontal del proyecto establecido en la etapa de estudios anteriores.
- Una vez se defina el trazado del eje, se procederá a tomar topografía en el ancho definido y aprobado de manera conjunta con la Interventoría.
- Se deberán realizar cierres parciales de la poligonal para verificar que el error de cierre en ángulo y distancia sea menor al permitido.
- Los vértices de la poligonal eje de topografía, deberán quedar referenciados con mojones de concreto y estarán debidamente protegidos y referenciados en puntos inamovibles, ubicados fuera del área de explanaciones, de manera que permita la fácil ubicación.
- Se nivelarán todas las estacas del eje, levantándose el perfil longitudinal del terreno tomando como punto de referencia las cotas de los BMs.
- Las nivelaciones se cerrarán mediante contranivelaciones cada 500 metros con la precisión requerida, colocándose Bench – Mark (BM) referenciados con mojones de concreto en lugares debidamente protegidos y fuera del alcance de los trabajos.
- Se tomarán secciones en todos los cruces menores y mayores de agua donde se requieran obras de alcantarillas y puentes y otros que tengan incidencia en el trazado, para poder definir las soluciones más convenientes.
- Para el diseño del eje en corte a media ladera, en los casos que se requiera diseñar muros de contención, se deberán tomar topografía en detalle.
- Se tomará topografía detallada donde se presenten sitios potencialmente inestables de la ladera, para que los especialistas diseñen la solución que corresponda, en toda la integridad del fenómeno.
- Se incluyen en esta actividad los levantamientos topográficos requeridos, para el diseño de puentes y muros, áreas afectadas por inestabilidad, áreas de fuentes de materiales, botaderos, etc.
- La materialización del eje de cada muro, se efectuará estacando cada 10 metros para muros en tangente y cada 5 metros para muros en curva, obteniéndose la sección transversal correspondiente.

Interventoría una propuesta de ciertos trabajos que pudieran ser evaluados con el MDT, sujeto a verificación de la Interventoría y aplicando como criterio que el nivel de detalle y de calidad no podrán ser inferiores a las requeridas para un Estudio de Trazado y Diseño Geométrico y para un Estudio de Detalle de Fase III. La Interventoría no estará obligada a aceptar la recomendación del Concesionario y podrá solicitar la realización de las actividades de topografía en su totalidad.

**PROYECTO ZIPAQUIRA –
BUCARAMANGA (PALENQUE)**

CONTRATO DE CONCESIÓN

Apéndice D

- En los casos en que el trazado vial atraviese cauces de ríos, cursos de agua menores y/o mayores, se efectuarán los levantamientos topográficos necesarios para diseñar las obras de drenaje y obras de arte complementarias, materializando poligonales auxiliares a lo largo del cauce, que para el caso, no será menor de 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo del eje, las mismas que serán niveladas y a partir de ello se obtendrán secciones transversales del cauce y las pendientes de los cauces naturales.
- Una vez establecidos los parámetros de diseño geométrico, sitios críticos y puntos obligados, como ponteaderos, zonas inestables, definidas básicamente de acuerdo con los resultados de los estudios geológicos y geotécnicos, el análisis del tránsito y las especificaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS en su mas reciente versión, se procederá a ejecutar las labores topográficas correspondientes a la localización del eje del proyecto en el terreno y la planimetría de detalles aledaños.
- La referenciación del proyecto se hará mediante mojones de concreto de forma trapezoidal, de por lo menos 35 centímetros de altura, y bases inferior y superior de 10 y 15 centímetros de arista, respectivamente, que se colocarán a razón de cuatro mojones o referencias por punto referenciado.
- Siempre se referenciarán el K0+000 y la abscisa final con mojones de concreto y con otros detalles del lugar, fáciles de identificar. Asimismo, se referenciarán siempre las entradas y salidas de los puentes y pontones y muros de contención. Cuando se tengan tangentes relativamente largas, se referenciarán puntos intermedios (POT); en cada mojón, la puntilla se colocará con la punta hacia arriba, sin sobresalir más de 4 milímetros. Cuando, por cualquier razón, se utilicen mojones de referencias como BMs, éstos llevarán clavo galvanizado con la cabeza hacia afuera y la cara visible del mojón redondeada.
- También se incluyen en esta actividad los levantamientos topográficos detallados para localización de ponteaderos, muros de contención, áreas inestables, zonas de fuentes de materiales, zonas de disposición de materiales sobrantes, etc., (estas dos últimas de acuerdo a lo contemplado en el E.I.A del proyecto), etc.
- El Concesionario debe presentar los listados de cierre de las poligonales, indicando el grado de error en ángulo y distancia, así como los circuitos de nivelación cada 500 metros, mostrando los BMs.

1.2.2 Actividades de Diseño

- El Concesionario deberá hacer un diagnostico detallado sobre las calidades desde el punto de vista de la geología, geotecnia, hidráulica, diseño geométrico y ambiental, con el fin de establecer las necesidades de introducir, con el aval de la Interventoría, modificaciones al proyecto geométrico.
- Se deberá ajustar la rasante del proyecto aplicando todas las recomendaciones formuladas en forma conjunta por los especialistas del proyecto.
- Con base en el conocimiento geológico, geotécnico y de diseño geométrico, se procederá a establecer los taludes de corte y de terraplén, estructuras de

**PROYECTO ZIPAQUIRA –
BUCARAMANGA (PALENQUE)**

CONTRATO DE CONCESIÓN

Apéndice D

contención y obras especiales en los sitios identificados como potencialmente inestables.

- La localización del eje definitivo se efectuará teniendo en cuenta previamente la sección transversal seleccionada y los alineamientos de la vía existente. El eje así localizado y nivelado será la base para el proyecto de rasante. El eje y la rasante deberán someterse a la aprobación del Interventor y/o Supervisor y tendrá en cuenta los lineamientos ambientales establecidos en el E.I.A y cualquier observación que por escrito realice la subdirección de Medio Ambiente y Gestión Social
- Si en la materialización del eje como producto del trabajo de campo se encuentran yacimientos arqueológicos se deberá disponer la suspensión inmediata de las labores, se dejarán vigilantes armados con el fin de evitar los posibles saqueos y se procederá a dar aviso inmediato a las autoridades pertinentes como el Instituto Colombiano de Antropología (ICAN), la Corporación Autónoma Regional o al Ministerio de Ambiente, quienes evaluarán la situación y determinarán las actividades a continuar para permitir la ejecución de los trabajos propios del diseño.

De igual manera se dejarán las constancias y recomendaciones a seguir para la siguiente etapa de ejecución de las obras, de manera que se tomen todas las previsiones necesarias para proteger el patrimonio encontrado. Una alternativa a esta situación puede ser la de abrir otros frentes de trabajo y/o rodear el yacimiento si esto fuese técnicamente posible

CAPITULO 2. DESCRIPCION Y LOCALIZACION DEL PROYECTO

En este capítulo se describirá la zona por donde atraviesa el proyecto y los puntos geográficos que se van a vincular.

CAPITULO 3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Se elaborarán los planos de planta – perfil de construcción, en las formas y tamaños establecidos por la Agencia, en escalas H: 1:1000 y V: 1:100, conteniendo el alineamiento horizontal y vertical de la vía, elementos de curvatura, ancho de calzada, bermas y cunetas, secciones transversales, diagramas de curvatura, diagramas de transición de peralte, transiciones de sobreanchos, localización de obras de drenaje superficial y subdrenaje, complementarios, y otros.

Además de los planos de construcción, se cuantificará el movimiento de tierras, clasificado de acuerdo con el tipo de material; se mostrará la localización de las fuentes de materiales y la localización de sitios para disposición de sobrantes; de acuerdo con los requerimientos para la preparación del EIA del proyecto, los requerimientos de este contrato y sus anexos, realizándose un levantamiento de las zonas por adquirir y tomando medidas y datos para el levantamiento topográfico de ponederos de estructuras mayores y menores, entre otros requerimientos.

Los planos deben contener la información relacionada con las especificaciones geométricas de acuerdo con el índice de clasificación:

- Tipo de tránsito (TL, TM, TP)
- TPD

- Índice de clasificación
- Velocidad de diseño
- Calzada
- Bermas
- Corona
- Separador
- Pendiente máxima
- Radios mínimos
- Curvas verticales (longitud mínima)
- Distancia de velocidad de parada
- Distancia de velocidad de paso
- Ancho de estructura
- Gálibo

CAPITULO 4. PLANOS

Se deberán entregar los siguientes planos:

4.1 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, según lo solicitado por la Agencia.

4.2 REDUCIDO DEL PROYECTO

Se presentara a escala 1:25.0000 en los formatos planta- perfil y debe contener:

4.2.1 Planos de Planta

- Distribución de planchas de localización del proyecto con su respectiva numeración.
- Abscisado cada 5 kilómetros.
- Referencia detallada de las abscisas de iniciación y terminación del proyecto.
- Localización con sus respectivos nombres de ríos y quebradas de importancia.
- Ubicación y nombre de accidentes geográficos, municipios y corregimientos que tengan comunicación con el proyecto.
- Orientación del proyecto (norte- sur)
- Esquema de la sección transversal típica

4.2.2 Planos de Perfil

- Perfil longitudinal del terreno
- Localización de puentes, pontones y muros
- Pendientes del proyecto
- Abscisado cada 5 km.
- Resumen de cantidades de obra cada 5 km.

4.3 PLANOS DE LOCALIZACIÓN

Se presentarán planos en los formatos planta- perfil con los respectivos listados de campo y deben contener:

4.3.1 Planta

Escala 1:1.000

- Eje del proyecto rotulado con abscisas de los puntos singulares y cada 100 m.
- Sección transversal típica
- Ancho de calzada proyectada (línea continua)
- Ancho de zona
- Referencias
- BMs
- Escalas gráficas
- Elementos de curvaturas del proyecto, incluye coordenadas de los PI
- Diagrama de peraltes y de curvatura del diseño en planta. Escalas para presentación H=1:1000 y V=1:20
- Localización de alcantarillas, pontones, puentes y muros proyectados.
- Cunetas revestidas (línea continua) con indicaciones de su entrega y descole.
- Localización de filtros y entregas
- Zonas de inestabilidad geotécnica
- Abscisado cada 100 m., con indicación del km., dentro de un círculo
- Velocidad de diseño
- Nombres de los ríos y quebradas, indicando sentido de las aguas
- Nombres de propietarios
- Clase de vegetación
- Señalización y demarcación de bordes y adelantamiento.

Nota: Ancho de zona, Ancho de banca, Escala de referencias, BMs con referenciación y cota.

4.3.2 Perfil longitudinal

- Escalas V 1:100
- Perfil de terreno existente por el eje y la media banca superior e inferior
- Proyecto de rasante con indicación de pendientes
- Elementos de curvas verticales (Abscisas, cotas de PIV y Longitud)
- Localización de sondeos y sus correspondientes perfiles estratigráficos
- Nombres de ríos y quebradas
- Muros de contención
- Movimiento de tierra cada 100 m. y resumen cada kilómetro.

4.4 SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS

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

- Ancho de calzada.
- Bermas.
- Pendientes transversales.

- Espesores y especificaciones para cada una de las capas de pavimento.
- Dimensiones de la cuneta respecto al borde de pavimento.

4.5 SECCIONES TRANSVERSALES

Las Secciones Transversales del estudio, se deben presentar en planos de 1.0 * 0.7 m. y deben contener:

- Escalas horizontal y vertical 1:100.
- Se presentarán cada 10 metros, intercalando los sitios donde se localizan muros, sitios potencialmente inestables, obras de drenaje menores con esviaje y sin esviaje que no requieren topografías especiales, del ancho necesario que permita el diseño total de las obras de encole y descole.
- Indicar en cada sección la abscisa, las cotas de rasante y del terreno natural, así como el área de corte y/o de terraplén.

4.6 LISTADOS 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:

- Localización del eje horizontal el cual incluya los puntos singulares de las curvas, empleando sistema de coordenadas, a partir de las bases de replanteo obtenidas de la poligonal eje de topografía.
- Listado de cotas en los vértices y en el eje.
- Listado de peraltes.
- Replanteo de la totalidad de la sección transversal, es decir de chaflán a chaflán.
- Listado de Áreas y Volúmenes, con corrección por curvatura, donde se especifique el tipo de material a explanar, separando los volúmenes de tierra vegetal, tierra, conglomerado y roca.
- Listado de visibilidad empleando el vehículo de diseño mas desfavorable, en la dirección del abscisado y en dirección contraria.
- Listado de Medición de Superficies
- Listado de replanteo de Puntos de Subrasante
- Listado de replanteo de Puntos de Plataforma
- Listado de replanteo de Taludes
- Listado de replanteo de Pies de Talud
- Listado de replanteo de la estructura del pavimento

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Concesionario deberá establecer las limitaciones encontradas durante el proceso de diseño, que desvirtúen el objetivo trazado inicialmente, en lo pertinente a garantizar la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía. Adicionalmente, indicar los criterios de selección de todas las alternativas de diseño propuestas y desarrolladas dentro del estudio.

Deberá cuantificar los beneficios obtenidos para el proyecto, mediante el empleo del Software por él seleccionado.

EL Concesionario debe formular las recomendaciones a tener en consideración durante la etapa de construcción, con el fin de informar al Concesionario de la construcción, de cuidados especiales en la obra que le pueden representar dificultades tanto operativas como logísticas durante esa etapa.

ANEXOS

Planos típicos

Plano planta- perfil

Listados de campo (Cierres de poligonal, nivelación y contranivelación)

VOLUMEN II - ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTÉCNIA

El Informe Final de los estudios de geología para ingeniería y geotecnia, deberá constar de los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

El Concesionario deberá presentar el resultado de los estudios, que permitan la definición de las características del proyecto y determinar mediante una evaluación y análisis detallados, los aspectos de estabilidad y seguridad, clasificación de excavaciones, sitios establecidos para el suministro de materiales de construcción y de disposición de materiales sobrantes.

1.2 ALCANCES

Se presentaran a escala detallada los aspectos de estabilidad y seguridad, clasificación de explanaciones para suministro de materiales de construcción y disposición de materiales sobrantes, así como todo lo relacionado con el impacto ambiental, con lo cual se pretende satisfacer los siguientes requisitos:

- Elaborar en detalle la investigación geológica y geotécnica en las zonas inestables, ponteaderos, fuentes de material y botaderos identificados en la zona del corredor del proyecto.
- Proponer los taludes mas favorables para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad de las explanaciones para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo, teniendo en cuenta las posibles fuentes de amenaza o riesgo.
- Establecer el comportamiento de los cauces naturales en relación con la socavación, transporte y sedimentación de materiales. Los diseños que contemplen intervención de cauces propenderán por mínimas intervenciones.
- Garantizar la estabilidad de la fundación de los terraplenes y otras estructuras, teniendo en cuenta las fuentes de amenaza.

- Proponer las medidas preventivas para mantener razonablemente la estabilidad de las explanaciones, con énfasis en la utilización de materiales de bajo costo para tales tratamientos.
- Proponer los procedimientos y etapas constructivas adecuadas para reducir la inducción de inestabilidad durante la construcción teniendo en cuenta los parámetros geológicos, geotécnicos y ambientales establecidos para tal fin.
- Recomendar los sitios apropiados de explotación de materiales de construcción, los cuales cumplan las normas de calidad, a menor costo y acorde con la viabilidad ambiental.
- Recomendar los sitios apropiados para disponer los materiales sobrantes y el manejo de los mismos de acuerdo con lo estipulado en el EIA.
- Efectuar la más acertada estimación posible del costo por los movimientos de tierras, con base en una adecuada clasificación de los materiales.
- Recomendar la necesidad de introducir mejoras al proyecto desde el punto de vista geométrico acorde con las condiciones geológicas más favorables para realizar los cortes, y en concordancia con los riesgos y amenazas evaluadas.
- Definir de manera conjunta con la geotecnia la localización más adecuada para adelantar los trabajos de exploración de campo mediante la realización de perforaciones mecánicas en los sitios inestables, corredor del proyecto, fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, sitios de ponteaderos, etc.

CAPITULO 2. GENERALIDADES

En este capítulo el Concesionario presentara la localización del proyecto y comentara brevemente los propósitos contractuales, etapas y alcances de los estudios.

CAPITULO 3. DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA

El Concesionario describirá brevemente la metodología utilizada en los estudios, la cual deberá ser coherente con los estudios geotécnicos.

CAPITULO 4. ESTUDIO DE ANTECEDENTES

Este capítulo comprenderá, análisis y condensación de toda la información disponible en relación con el proyecto y cubrirá entre otros los siguientes aspectos: Geología y suelos, vegetación, clima y uso de la tierra, geología para ingeniería, geotecnia, riesgo sísmico y volcánico y estudio de impacto ambiental.

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

CAPITULO 5. ESTUDIOS DE CAMPO

Los estudios relacionados en este capítulo se presentarán de acuerdo a los alcances señalados, con reconocimiento geológico y geotécnico de superficie, exploración del subsuelo, ensayos “in situ” o en el laboratorio de tal manera que se tenga la caracterización geológica del corredor, de los sitios inestables en particular, se identifiquen las fuentes de

materiales, los sitios de disposición de sobrantes y las condiciones geológicas particulares de los sitios de ponteadero.

CAPITULO 6. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

VOLUMEN III - ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES VEHICULARES, PEATONALES, OBRAS DE ARTE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

El Informe Final FASE III sobre los estudios de suelos para el diseño de fundaciones de puentes y otras estructuras de contención deberá tener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

Comprende la realización de exploración y caracterización detallada de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras especiales, conforme los requerimientos para el desarrollo de los estudios a nivel de Fase III.

1.2 ALCANCES

Complementar mediante sondeos y apiques la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas, incluyendo los puentes ya estudiados.

CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN

Consiste en indicar la ubicación geográfica y/o urbana del proyecto, de la cual se deberá adjuntar un esquema. Se indicará la carretera, ruta y sector al que pertenezca.

2.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

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

2.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO

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

CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO

Incluye todo lo relacionado con la descripción del tipo de perforaciones realizadas, su localización y abscisado, número y profundidad.

La definición de la ubicación de los sitios de exploración deberá hacerse de manera conjunta con el desarrollo del estudio geológico.

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

CAPITULO 4. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

Para determinar las características del subsuelo se deberá tener en cuenta la descripción geológica del sitio del proyecto indicando los tipos de rocas predominantes, disposición estructural y propiedades mecánicas, acompañados de los ensayos de laboratorio para clasificación, como son Granulometría, Límites de Atterberg, humedad natural y de resistencia a lo largo del perfil del suelo, densidad, etc.

Igualmente, de requerirse, se realizarán los ensayos necesarios para conocer la resistencia y deformación o compresibilidad del suelo de fundación, anexando los resultados.

Perfil Estratigráfico

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

CAPITULO 5. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

En el caso que se requiera este tipo de análisis, deben resumirse los resultados de los de los estudios hidráulicos e hidrológicos contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local del cauce en el sitio del ponedero, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuenta para definir el sistema de cimentación.

CAPITULO 6. ANÁLISIS GEOTECNICO

En el análisis geotécnico, se requiere evaluar la alternativa mas conveniente, indicando el tipo y profundidad de la cimentación, previo análisis de la capacidad portante y deformación, al igual que las características geométricas de la cimentación; anexando la memoria de cálculos, incluyendo gráficas y toda aquella información que dé claridad al estudio.

CAPITULO 7. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO

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

CAPITULO 8. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Se recomendarán obras complementarias que sean requeridas para el adecuado funcionamiento de la estructura, en las cuales deberá incluirse su diseño y planos requeridos.

CAPITULO 9. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

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

ANEXOS

1. Esquema Localización de los Sondeos
2. Registros de perforaciones
3. Resultados de ensayos de laboratorio
4. Memorias de cálculo: Análisis de estabilidad, Diseños de obras complementarias
5. Planos topográficos, geológicos y de obras (en planta y perfil según el caso)
6. Fotografías del sitio en estudio.

VOLUMEN IV - ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES

Los Estudios de estabilidad y estabilización de taludes tendrán como mínimo los siguientes alcances:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

Se deberá elaborar un programa de investigación y caracterización geológica y geotécnica de las áreas identificadas como potencialmente inestables a lo largo del corredor de la vía, que permita recomendar las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el período de diseño de la vía.

1.2 ALCANCES

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.

CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACION

El Concesionario deberá definir la localización de la zona en estudio y anexar un esquema de su ubicación, indicando la carretera y sector al que pertenece, así como recopilar la información relacionada con los antecedentes que considere apropiados para adquirir un conocimiento global de problemas de estabilidad en el sector en estudio.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

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

CAPITULO 3. DIAGNOSTICO GEOTÉCNICO

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

CAPITULO 4. PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS

Para sitios críticos se adelantará un plan de exploración del subsuelo y ensayos, con el fin de determinar las características físicas y parámetros de resistencia requeridos para llevar a cabo el análisis de estabilización de los taludes.

El Concesionario deberá realizar por lo menos cuatro perforaciones mecánicas en cada sitio inestable, las cuales deberán llevarse a profundidades tales que permitan precisar la posición de la superficie de falla, o espesores de las capas de suelos involucradas en los movimientos, los materiales presentes y posición de niveles de roca o suelos competentes y la localización de los niveles freáticos. se complementara la exploración mediante sondeos geofísicos, empleando sísmica de refracción y sondeos geoelectricos, con el objeto de tener una geología detallada en estos sitios.

Se requiere explorar el corredor del proyecto mediante sondeos mecánicos cada 500 metros.

La profundidad a la cual deberán llevarse las perforaciones de investigación, será definida de común acuerdo con la Interventoría, previo concepto técnico del geólogo y del geotecnista del Concesionario. El Concesionario deberá elaborar 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 presente durante la operación. Este documento deberá ser verificado en su contenido y aprobado por la Interventoría.

CAPITULO 5. TOPOGRAFÍA

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

CAPITULO 6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y/O ESTABILIZACIÓN

Esta etapa tiene como fundamento realizar el estudio geotécnico, que defina el comportamiento mecánico de la masa en movimiento, que conduzca a la determinación del grado de estabilidad, mediante la evaluación del factor de seguridad, en el caso de que el mecanismo de falla permita dicho análisis.

Con base en lo anterior, se deberán recomendar las obras de estabilización definiéndose sus características morfológicas y geométricas, de tal manera que permitan su construcción. Del mismo modo deberán tenerse en consideración los aspectos ambientales inherentes a las condiciones de los sitios a estabilizar

CAPITULO 7. PROPUESTAS DE SOLUCION

El Concesionario deberá presentar las diferentes propuestas de solución para los sitios de inestabilidad identificados, y plantear desde el punto de vista técnico y económico, la alternativa más viable.

CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Además de concluir acerca de los criterios establecidos y los resultados obtenidos, se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se estime conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objeto del estudio.

ANEXOS

1. Planos generales de localización
2. Esquema localización de los sondeos
3. Registro de perforaciones, y registro fotográfico de cajas de muestras.
4. Resultados de ensayos de laboratorio
5. Memorias de cálculo: Memorias de estabilidad, Diseños de obras
6. Planos topográficos, geológicos y de obras (en planta y perfil, según el caso).
7. Fotografías

VOLUMEN V - ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO

Los estudios de Fase III para el diseño del pavimento, tendrán los siguientes alcances:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

El Volumen V sobre el contenido de los estudios para la pavimentación, debe reflejar las guías y ayudas de trabajo que se presenta a continuación para las evaluaciones y análisis requeridos en el diseño de rehabilitaciones, y/o reforzamientos y/o estructuras nuevas de pavimento.

1.2 ALCANCES

Identificar mediante exploración de campo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del corredor, y/o la estructura del pavimento existente.

Caracterizar mediante ensayos de laboratorio los suelos representativos de subrasante y homogenizar mediante los resultados de CBR de diseño y/o los datos de tránsito proyectado, sectores homogéneos para el diseño de la estructura del pavimento y/o rehabilitación y/o reforzamiento.

CAPITULO 2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este capítulo deberá contener la descripción de la zona en la cual se desarrollará el proyecto, indicando: los pisos térmicos que atravesará, los diferentes tipos de suelos existentes, las zonas geológicas y demás características de la vía, tales como topografía del terreno, anchos de la calzada y bermas, etc.

Debe incluir un esquema de localización de la vía en estudio, indicando poblaciones importantes sobre la vía, distancias en kilómetros, red de carreteras que influyen en la vía en estudio, límites departamentales, etc.

CAPITULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE

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

La información que se consulte hace referencia principalmente a los siguientes aspectos: Geología, Topografía, Suelos y fuentes de materiales, Drenaje y Sub- drenaje, Tránsito, Ambientales, Diseño de mezclas y Diseño de pavimentos.

CAPITULO 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 su profundidad (que deberá ser como mínimo entre

1.50 m., y 2.00 m., por debajo del nivel de sub-rasante proyectada) para el caso de estructuras nuevas de pavimento.

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

Los objetivos del muestreo incluyen: determinación de los espesores de los diversos estratos y/o estructura del pavimento existente, obtención del material para los ensayos requeridos de laboratorio y eventualmente, propiedades mecánicas de materiales, la ejecución de ensayos “in-situ”

El número y tamaño de las muestras deberá ser suficiente para determinar la clasificación de suelos, elaborar las curvas de compactación y realizar los ensayos de resistencia y demás pruebas que sean necesarias de acuerdo con las características del proyecto. Antes de completarse la investigación de campo, se debe haber desarrollado e integrado un plan preliminar de ensayos de laboratorio, con el fin de tener certeza de que el número y tamaño de las muestras tomadas son representativas de los materiales existentes a lo largo del 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, 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 de la Interventoría. Se deben utilizar los procedimientos normalizados para la identificación y clasificación de las muestras previamente a su envío al laboratorio.

Una vez se obtengan las muestras, el Concesionario deberá elaborar el programa de ensayos de laboratorio, el cual deberá ser aprobado por la Interventoría

CAPITULO 5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

5.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

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

5.2 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.

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 el criterio de AASHTO y la USC.

La información anterior, así como la descripción detallada de cada suelo se condensarán en perfiles estratigráficos por apique o sondeo, debidamente referenciados.

CAPITULO 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES

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

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

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

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

Se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio aplicables contemplados en las especificaciones generales de construcción del INVIAS según el uso que se pretenda dar a los materiales de las diferentes fuentes. Si la calidad, cantidad, disponibilidad o costo de los materiales de las fuentes disponibles no permite la construcción de subbases y bases convencionales, se deberán estudiar alternativas de estabilización de los materiales disponibles, empleando aditivos químicos o cualquier otro que sea aplicable y presentando los cálculos y resultados de los diseños respectivos.

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

Las distintas variedades de materiales, deberán ser sometidas a análisis petrológicos mediante secciones delgadas, con el fin detectar la presencia de compuestos que pudieran atender contra la durabilidad y buen comportamiento de los materiales como parte de la estructura del pavimento.

6.1 TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo comprenden las siguientes actividades:

- Exploración, localización y acceso.

En este aparte se hará la descripción y caracterización de las fuentes de materiales, describiendo los sitios donde se realicen apiques y perforaciones.

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

6.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Se presentarán los resultados de todos los ensayos de laboratorio llevados a cabo, indicando los usos y métodos de explotación para cada fuente.

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

6.3 ANÁLISIS PLAN DE UTILIZACION

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

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

Es importante anotar si hay acceso a la fuente. En caso contrario, se debe indicar la longitud de construcción y las cantidades de obra necesarias para la construcción del acceso.

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

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

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

CAPITULO 7. DISEÑO DE MEZCLAS

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

En particular, se tendrán en cuenta estabilizaciones para suelos de sub-rasante o para cualquier capa de pavimento, así como mezclas asfálticas y de concreto. Se deberán indicar, además, recomendaciones especiales y en caso de ser necesario formular las especificaciones particulares en cuanto a fabricación y/o construcción.

CAPITULO 8. ESTUDIO DE TRANSITO

Deberá incluir los parámetros del análisis de tránsito adoptado para el diseño de la estructura nueva de pavimento y/o rehabilitación y/o reforzamiento, de tal forma que permita calcular el número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el carril de diseño, para el periodo de diseño y las alternativas consideradas.

Para el estudio de alternativas de pavimentos asfálticos, el análisis se realizará de acuerdo con los 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, según corresponda. Estos manuales han sido adoptados oficialmente por la Agencia, el INVIAS y el Ministerio de Transporte. El período de diseño del pavimento, será el que establezca el manual respectivo, de acuerdo con las características de la vía.

Se podrán presentar otras alternativas de pavimento, presentando las respectivas justificaciones técnicas y económicas y las respectivas especificaciones y guías de construcción y las normas de materiales y ensayos de laboratorio.

CAPITULO 9. DISEÑO DEL PAVIMENTO

Contendrá un estudio y análisis completo de la alternativa(s) propuestas(s) de acuerdo con los manuales de diseño de pavimentos del INVIAS y las directrices aplicables de la Agencia. Para tal fin, se tendrá en cuenta la información geotécnica y el análisis de tránsito. Se podrán presentar, además, alternativas con tipos de pavimentos no contemplados en los manuales y directrices, acompañadas de un riguroso soporte técnico que demuestre su superioridad o equivalencia estructural y de comportamiento, respecto de las anteriores.

Los tipos de estructuras que se recomienden, deberán estar adaptados a los materiales disponibles y a las características climáticas de la región del proyecto.

En el informe deberán indicarse, además, los métodos de construcción, 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.

CAPITULO 10. SECCIONES TRANSVERSALES

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

CAPITULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Deberán indicarse las que resulten de todo el estudio teniendo en cuenta aquellas situaciones particulares, propias del proyecto.

ANEXOS

- Mapa de localización del proyecto.
- Registro de perforaciones de exploración en el terreno.
- Resultados de ensayos de laboratorio.
- Perfil estratigráfico en toda la longitud del proyecto.
- Memorias de cálculo
- Fotografías.

VOLUMEN VI - ESTUDIO ESTRUCTURAL PARA DISEÑO DE PUENTES VEHICULARES Y PEATONALES

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

A partir del conocimiento de todos los parámetros establecidos en la geometría del proyecto, geología, geotécnica, fundaciones, hidráulica y ambiental, se diseñarán estructuras que permitan garantizar condiciones de estabilidad.

1.2 ALCANCES

Realizar los diseños estructurales definitivos de las obras, a partir del conocimiento de los estudios básicos de topografía, hidrología, hidráulica, geología, el estudio de suelos para el diseño de fundaciones y del diseño geométrico.

1.3 GENERALIDADES

Con base en la definición del eje del proyecto, la sección transversal del sitio de la estructura, las recomendaciones de los estudios hidráulicos, de drenaje, geología y geotécnica, además del reconocimiento directo del sitio, se procederá, para las obras que así lo requieran, con la adaptación de modelos normalizados vigentes, en lo referente a puentes vehiculares, peatonales, pontones, muros de contención, box-culverts y otros tipos de alcantarillas que atraviesen el eje definitivo del proyecto. Todos los diseños estructurales, deberán contener los estudios de vulnerabilidad sísmica actualizados.

Para el diseño de obras de drenaje menores, podrán utilizarse los modelos de la cartilla siempre y cuando estén vigentes. Se consideran obras de drenaje menor, las que requieran

alcantarilla.

En el análisis y diseño de todas las estructuras, deberá cumplir como mínimo, con los requerimientos pertinentes establecidos en los siguientes documentos en su última versión :

- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras .
- Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.
- Standard Specifications for highway bridges, para todos los casos que no se contemplen en el código colombiano de diseño sísmico de Puentes, o en los casos donde los procedimientos contemplados en su texto ya no sean válidos a la fecha del proyecto.
- El Código Colombiano propuesto y divulgado por la Comisión Asesora permanente del Código o AIS, a la fecha de ejecución de los trabajos.
- Normas Colombianas de Construcción Sismo-Resistente NSR.
- ICONTEC
- ASTM
- NSR 10
- AWS Asociación Americana de Soldadura
- Otros documentos, normas o estudios referenciales utilizados por la Agencia y el INVIAS en el momento de preparación del Estudio de Detalle.

Para efectos de análisis, diseño y construcción, la durabilidad mínima de los materiales de los puentes nuevos debe ser la establecida en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes vigente.

El informe final de los estudios de diseño estructural contendrán los siguientes capítulos.

CAPITULO 2. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTRUCTURAS

El levantamiento topográfico contendrá:

Levantamiento topográfico detallado.

- El Concesionario efectuará un levantamiento topográfico en un área suficiente, de tal forma que abarque la localización de los nuevos puentes.
- Mediante mojones de concreto se deberá referenciar la estructura
- Listados de tránsito, nivel y topografía.

Plano general:

Se elaborará a escala mínima 1:500. La planta-perfil a la misma a escala mínimo 1:200, y en su proyección se presentarán elementos del diseño geométrico de la vía, construcciones y predios adyacentes, eje de la vía debidamente referenciado y abscisado, cotas de agua máxima, cotas de rasante, etc.

Plano de localización de la estructura:

Escala mínima 1:200, pero cualquiera que sea la escala, deberá ser la misma utilizada en la planta-perfil del plano general. Planta y perfil de la solución adoptada, con dimensiones generales, de tal suerte que se pueda apreciar el contenido global de la obra: luces, clase de cimentación de infraestructura, tipo de superestructura. Deberán mostrarse las cotas y gálibos mínimos según los requerimientos, materiales por emplear, características geométricas de diseño, nivel de caudal máximo esperado, etc.

CAPITULO 3. GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA

Se refiere a la geología detallada de la zona de influencia de los puentes y deberá considerar:

Reconocimiento geomorfológico de las zonas aledañas a los puentes, a fin de determinar características y propiedades generales de los diferentes estratos o depósitos geológicos, con información sobre fallamientos, pliegues, diaclasas, sitios de inestabilidad potencial o cualquiera otra circunstancia que ponga en peligro la estabilidad de los puentes.

- Espesor y características de los perfiles de meteorización, y descripción de cada uno.
- Localización, descripción y análisis de todas las formas y fenómenos de inestabilidad, y clasificación práctica de estos procesos.
- Identificación de fuentes de materiales.
- Selección de sitios adecuados para la disposición de sobrantes.

CAPITULO 4 GEOTECNIA Y SUELOS

4.1 DEFINICIONES GENERALES

El Concesionario definirá tipo de cimentación, cota recomendada, características de los suelos, estratigrafía, esfuerzos de trabajo, metodología para las excavaciones dentro de los ríos, metodología para la construcción de las cimentaciones, tipo de cimentación, etc., para cada uno de los puentes objeto del contrato.

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

- Ejecución de exploraciones, perforaciones y ensayos “in situ” o de laboratorio, y análisis requeridos. Dichas perforaciones se efectuarán hasta una profundidad tal que se encuentre un estrato lo suficientemente resistente, con profundidades mínimas de 25 a 30 metros por apoyo, para fijar la cota de cimentación, un estrato competente desde el punto de vista de socavación.
- Recomendación de los taludes adecuados y diseño de las obras de drenaje, contención y demás tratamientos requeridos para prevenir o controlar procesos erosivos o deslizamientos.
- Recomendaciones sobre las secuencias, procesos y técnicas constructivas más adecuadas.
- Estudio y recomendación de los sitios de depósito o disposición de materiales provenientes de excavaciones, cortes y derrumbes, de tal manera que no representen problemas potenciales de represamiento y/o contaminación de ríos o quebradas, y que conserven la estabilidad de los taludes naturales. Se hará el

levantamiento topográfico de estos sitios y se calculará su capacidad de almacenamiento.

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

4.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se adelantará una perforación por apoyo como mínimo, con profundidades tales que se encuentre un estrato lo suficientemente competente, para fijar la cota de cimentación, desde el punto de un estrato resistente, con toma de muestras para ensayos de laboratorio. Las profundidades mínimas de exploración deberán estar acordes con las establecidas en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

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

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

5.3 FUENTES DE MATERIALES

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

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

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

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

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

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

5.4 ZONAS DE DEPÓSITO

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

- Investigación geotécnica para determinar la capacidad del sitio, y los tratamientos iniciales para garantizar la estabilidad futura del área.
- Topografía del área por utilizar, referenciada en varios puntos mediante mojones en concreto.
- De acuerdo con la topografía y las propiedades geotécnicas, determinar el volumen de material, taludes, bermas, cunetas, filtros, muros de contención, empedradización, arborización y protección final contra la erosión.
- Plano en planta y secciones del sitio de disposición final, según el diseño, y cálculo de las cantidades de obra que demandará este trabajo.

CAPITULO 6. PROYECTO ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES

El Concesionario deberá presentar la alternativa que resulte más favorable desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

En el caso de requerirse muros de contención, para los accesos de los puentes o en algunos sectores del proyecto, el Concesionario deberá presentar dos alternativas, de tal forma que en conjunto con el Interventor, se determine la alternativa más conveniente a seleccionar desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

6.1 PROYECTO ESTRUCTURAL

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

Este lo constituyen las memorias de cálculo, los planos de todas las plantas, los despieces, cortes y detalles de los elementos estructurales y las especificaciones técnicas, en lo cual se determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución material de la obra.

El Concesionario establecerá el procedimiento para que en la etapa de construcción, a todos los puentes se les efectúe una prueba de carga para recibo final de las obras, el cual deberá ser presentado en planos y especificaciones.

a. Infraestructura

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

El Concesionario deberá establecer en los casos en que la cimentación requiera de pilotes a nivel de infraestructura, para que en la etapa de construcción se adelanten ensayos de por lo menos uno de ellos en cada apoyo del puente, y comprobar que la capacidad del elemento esté acorde con lo estimado en las memorias de cálculo.

b. Superestructura

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

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

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

El Concesionario aplicará las normas del Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes vigente; las etapas que deben llevarse a cabo dentro de la norma anteriormente mencionada son:

Análisis de la estructura: El cual se lleva a cabo aplicando los movimientos sísmicos de diseño prescritos, a un modelo matemático apropiado a la estructura. El resultado es la determinación de los desplazamientos máximos y las fuerzas internas que se derivan de ellos. Dentro de la etapa de diseño, el Concesionario ha de presentar a la Interventoría el programa de cálculo que empleará, para su respectivo aval.

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

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

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

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

**PROYECTO ZIPAQUIRA –
BUCARAMANGA (PALENQUE)**

CONTRATO DE CONCESIÓN

Apéndice D

- Especificaciones de materiales a utilizar en la estructura.
- Criterio para el análisis de cargas.
- Análisis sísmico.
- Memoria de cálculo
- Despieces de los elementos estructurales y sus componentes
- Índice del contenido de cálculos.

Los Planos Estructurales comprenden lo siguiente:

- Planos de plantas para las formaletas.
- Planos de planta estructurales.
- Planos de despiece de refuerzo para todos los elementos estructurales.
- Planos de detalles.
- Cuadro de hierros y concretos.

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

CAPITULO 7. PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

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

Los planos de construcción de planta-perfil tendrán una escala de H: 1:2000, y V: 1:200, y en casos especiales, otras escalas adecuadas. Estos planos contendrán la información geotécnica suficiente para ilustrar claramente las recomendaciones en esta materia.

Se incluirán además los respectivos planos de las secciones transversales típicas del proyecto.

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

CAPITULO 8. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los planos de construcción, teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras en su última versión.

El Concesionario tendrá en cuenta lo siguiente:

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

CAPITULO 9. INFORME FINAL

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

El informe final e informes de cada una de las áreas, se entregará original y dos (2) copias en papel carta, bond base 20 o 75 gramos color blanco, tapa dura, cartón de 2.5 mm, forrada en pergamina o cuerina, tornillo en aluminio, u otra forma solicitada por la Agencia, debidamente marcadas con el nombre de la Agencia Nacional de Infraestructura, objeto del estudio, número del contrato, contenido, etc.

CAPITULO 10. INFORMES

- Estudio Geológico y Geotécnico (con planos y anexos).
- Estudio de Suelos, Diseño de Pavimentos y Fuentes de Materiales
- Memorias de cálculo estructural.
- Memorias de cálculo de las cantidades de obra.
- Estudio de Impacto Ambiental.
- Estudios socioprediales.
- Para el caso de puentes peatonales, se deberá suministrar el estudio de tránsito peatonal o de seguridad vial que sustente la ubicación de los mismos
- Informe Final.

CAPÍTULO 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

VOLUMEN VII – GESTION PREDIAL, SOCIAL Y AMBIENTAL

Los estudios detallados en las áreas predial, social y ambiental serán realizados de acuerdo con los requerimientos del contrato de concesión y sus anexos sociopredial y ambiental considerando las directrices de la Vicepresidencia de Planeación, Riesgos y Entorno de la Agencia, y las normas aplicables

VOLUMEN VIII – ESTUDIO DE SEÑALIZACION

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

El Concesionario deberá efectuar el estudio y diseño de la señalización tanto vertical como horizontal de la vía, de acuerdo al Manual de Señalización vigente, tomando en cuenta los resultados de los análisis de visibilidad encontrados.

Se diseñarán los tipos de soporte estructural necesarios así como su cimentación.

1.2. ALCANCES

Una vez definida la geometría horizontal, vertical y transversal de la vía, el Concesionario mediante el empleo de Software especializado hará simulación de las condiciones viales, que permitan mediante el uso del vehículo de diseño más desfavorable para esta ocasión, hacer análisis de visibilidad en la dirección del abscisado y en sentido contrario a éste, que permita determinar mediante el uso del modelo, las dificultades que tendría el usuario durante la operación de la vía.

Conociendo las distancias disponibles de visibilidad, el Concesionario podrá determinar la ubicación de las diferentes señales de tránsito (informativas, preventivas y reglamentarias), dispositivos de control y seguridad y líneas de demarcación de borde y de adelantamiento en el eje, de acuerdo con lo establecido en el “Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia”, actualmente vigente y con las Especificaciones Generales de Construcción. El resultado se materializará en los planos del proyecto.

Se diseñarán los tipos de soporte estructural necesarios así como su cimentación.

Se presentará la ubicación de cada tipo de señal con su diseño respectivo, indicando sus dimensiones y contenido; así mismo se presentarán los cuadros resúmenes de las dimensiones de las mismas.

El diseño de la señalización deberá ser compatible con el diseño geométrico de la vía, de manera que las señales no generen riesgo y tengan buena visibilidad en concordancia con la velocidad del proyecto.

VOLUMEN IX - INFORME FINAL RESUMEN

El Informe Final Resumen de los Estudios Fase III para la Construcción del Proyecto constará de los siguientes capítulos:

El Informe Final Resumen contendrá de manera resumida el alcance de cada uno de los estudios enunciados, las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones y recomendaciones formuladas, así como los planos, gráficos y cuadros que faciliten la comprensión del informe.