REPÚBLICA DE COLOMBIA – ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DEL HÁBITAT

APENDICE 13 — COMPONENTE PAVIMENTOS

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LAS INTERVENCIONES EN PARQUES Y ESPACIOS PÚBLICOS, EN LAS ÁREAS PRIORIZADAS POR LA SECRETARIA DEL HABITAT, EN EL PROYECTO INTEGRAL DE REVITALIZACIÓN EN EL AMBITO DEL CABLE AEREO POTOSÍ, EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR

SUBSECRETARÍA DE COORDINACIÓN OPERATIVA

SUBDIRECCIÓN DE OPERACIONES

BOGOTÁ D.C. 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS DEL COMPONENETE 8

1.1. OBJETIVO GENERAL 8

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8

2. ALCANCE 8

3. NORMATIVIDAD Y DOCUMENTOS TÉCNICOS APLICABLES 8

4. CONDICIONES TÉCNICas AMBIENTALES 10

4.1. Grano de Caucho Reciclado 10

4.2. Residuos de Construcción y Demolición 11

4.3. Nuevas Tecnologías 13

5. ENTREGABLES – FASE DE FACTIBILIDAD 13

5.1. Consulta a entidades 13

5.2. Caracterización de los tramos viales incluidos en la consultoría 14

5.3. Análisis de la malla vial 14

5.4. Análisis del tránsito y transporte 14

5.5. Proponer la metodología para la toma de información en campo 14

5.6. Conclusiones y recomendaciones 14

6. ENTREGABLES – FASE DE ESTUDIOS 14

6.1. Certificado en el cual conste que el proyecto cumple con las normas de movilidad reducida. 15

6.2. Realizar análisis de movilidad y aforos 15

6.3. condiciones de la movilidad alternativa y sostenible 15

6.4. Análisis de información secundaria 15

6.5. Definición y medición de indicadores para análisis de impacto 15

6.6. Conclusiones y recomendaciones 15

Introducción, antecedentes y justificación, objetivos del componente, localización, descripción general del proyecto, relación de información obtenida. 16

Análisis Interdisciplinarios Previos 17

Actualización del análisis interdisciplinario previo 18

Recopilación de Información, Inventario y Diagnóstico Preliminares 18

Investigación, recopilación y análisis de información existente 18

Inventario y diagnóstico preliminar de la infraestructura existente 19

Estudio Geotécnico para Pavimentos y Espacio Público Asociado 21

Plan de Investigación geotécnica complementaria 21

Informe de Cobro de Trabajos de Campo y Ensayos de Laboratorio 22

Frecuencia de exploración 22

Ensayos a ejecutar 23

Resultados de la exploración geotécnica existente y complementaria 24

Metodología de diseño de factibilidad 25

Lineamientos Generales de Diseño para Factibilidad 25

Periodo de diseño 25

Análisis de las cargas del tránsito 26

Configuración vehicular 26

Información de referencia para la determinación de cargas por eje 27

Mejoramientos de la subrasante 28

Identificación de sectores con suelos expansivos 29

Sectores Homogéneos de Diseño 29

Rigidez de los materiales 29

Pavimentos flexibles 31

Pavimentos rígidos Metodología de diseño 31

Módulo de reacción de diseño 31

Capas anti-erosión 32

Recomendaciones para juntas y refuerzo 32

Diseño de rehabilitación 32

Espacio Público 32

Evaluación de Tipologías de Pavimento 33

Esquema de localización de los sectores de diseño definidos en el alcance 33

Análisis del potencial de reutilización de materiales reciclados y recomendaciones de implementación de residuos de construcción y demolición (RCD) 33

Especificaciones generales y particulares 34

Cantidades de Obra 34

Ponderación del Componente en la Matriz Multicriterio del Proyecto 35

Riesgos Previsibles 35

Conclusiones y Recomendaciones 35

7. ENTREGABLES – FASE DE DISEÑOS 35

7.1. Propuesta de diseño de las secciones viales requeridas por el diseño arquitectónico. 35

7.2. Diseño de estructura de pavimento flexible de las vías a intervenir 36

7.3. Especificaciones técnicas del método constructivo 36

7.4. Aprobación de los trámites ante entidades competentes 36

7.1. Representación de la propuesta 36

Introducción, antecedentes y justificación, objetivos del componente, localización, descripción general del proyecto, relación de información obtenida. 38

Análisis Interdisciplinarios Previos 38

Recopilación de Información, Inventario y Diagnóstico Preliminares 40

Investigación, Recopilación y Análisis de Información Existente 40

Inventario y Diagnóstico Preliminar de la Infraestructura Existente 41
Diagnóstico de la Condición Global de Pavimentos en Servicio 42
Condición superficial 44
Exploración destructiva – Apiques 44
Ensayos no destructivos – Deflexiones 44
Evaluación estructural 45
Condición global – Pavimentos flexibles 47
Condición global – Pavimentos rígidos 47
Estudio Geotécnico para Pavimentos y Espacio Público Asociado 48
Plan de investigación geotécnica complementaria 48
Informe de Cobro de Trabajos de Campo y Ensayos de Laboratorio 49
Frecuencia de exploración 49
Ensayos a ejecutar 50
Resultados de la exploración geotécnica existente y complementaria 53
Metodología de diseño de detalle 53
Lineamientos Generales para Diseño de Detalle 53
Confiabilidad 54
Periodo de diseño 54
Análisis de las cargas del tránsito 54
Configuración vehicular 55
Información de referencia para la determinación de cargas por eje 56
Información climática 57
Subrasante 57
Refuerzo de subrasantes con geosintéticos 58

Identificación de sectores con suelos expansivos, orgánicos y/o rellenos antrópicos 58
Sectores Homogéneos de Diseño 59
Rigidez de los materiales 59
Pavimentos flexibles 61
Funciones de transferencia o leyes de fatiga 62
Diseño mecánico–empírico 62
Espesores finales de diseño 63
Validación de los módulos resilientes 64
Pavimentos rígidos 64
Módulo de reacción de diseño 64
Capas anti-erosión 64
Esfuerzos y deflexiones 65
Diseño de juntas y refuerzo 65
Diseño de Rehabilitación 66
Sectores homogéneos de diseño 67
Módulos de las capas existentes 67
Cálculo de la vida residual 68
Metodología de diseño 69
Evaluación de Tipologías de pavimento 69
Espacio Público 69
Plano de localización de los Sectores de Diseño 70
Recomendaciones de manejo de drenaje superficial y subsuperficial 70
Análisis del potencial de reutilización de materiales reciclados y recomendaciones de implementación de residuos de construcción y demolición (RCD) 70
Especificaciones generales y particulares 70

Estudio de Fuentes de Materiales, Canteras y Plantas de Producción de Mezclas 71

Proceso constructivo 71

Plan de ensayos para diseño de mezclas, control de calidad de materiales y/o sobre el producto terminado 71

Fase de mantenimiento 71

Cantidades de Obra 71

Análisis de riesgos 72

Conclusiones y Recomendaciones 72

Rutas de desvío del tránsito 73

Diagrama de flujo para evaluación y diagnóstico de desvíos 74

ASPECTOS DE FORMA DE LOS PRODUCTOS O INFORMES, ANEXOS Y PLANOS 75

ANEXOS 75

1. OBJETIVOS DEL COMPONENETE

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Elaborar los estudios técnicos y diseños de detalle del componente de pavimentos, de acuerdo con las intervenciones propuestas en las vías y parques objeto de la presente consultoría

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar y evaluar alternativas para cada intervención para soportar la elección de la tipología de diseño de mayor eficiencia y efectividad.
- Realizar análisis de las secciones transversales y los alineamientos en planta y perfil para establecer los mecanismos de integración entre los pavimentos existentes y los proyectados.
- Definir una estrategia de construcción de pavimentos en función del tipo de superficie de las estructuras existentes a partir del análisis de tipologías, de las condiciones del entorno y de los demás componentes técnicos.
- Calcular y diseñar los pavimentos para calzadas, pacificaciones viales, pavimentos permeables, andenes, ciclorrutas, accesos a predios, alamedas, pompeyanos, y demás estructuras que se requieran para la construcción y puesta en servicio del proyecto

2. ALCANCE

Para el desarrollo de este componente el CONTRATISTA deberá realizar consultas ante las entidades competentes con el fin de validar y viabilizar las condiciones de intervención de las vías y andenes aledaños a cada uno de los parques, de la misma manera deberá caracterizar la zona con aforos, conteos y el levantamiento de la información necesaria para la aprobación del estudio de tránsito, señalización, entre otros. De la misma manera solicitar y analizar los proyectos en desarrollo por parte de otras entidades y que puedan tener injerencia en cada una de las áreas a desarrollar (estudios de tránsito del cable aéreo, estudios de la Caja de Vivienda Popular, de la Secretaría Distrital del Hábitat – subdirección de barrios, etc). Los productos, conclusiones y recomendaciones generados en el desarrollo de las actividades requeridas en este componente deben ser consignadas en un (1) informe revisado y aprobado por la INTERVENTORIA, y posteriormente socializado a la SECRETARÍA DISTRITAL DE HÁBITAT (SDHT). EL CONTRATISTA deberá presentar la metodología para las tomas de información en campo las cuales deben ser aprobadas por la INTERVENTORÍA y validadas por la SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD.

3. NORMATIVIDAD Y DOCUMENTOS TÉCNICOS APLICABLES

Los estudios requeridos para el presente componente deberán estar orientados de conformidad con la normatividad relacionada a continuación y los decretos o resoluciones vigentes que los modifiquen o sustituyan:

- Resolución 1115 de 2012 “Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico – Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital”
- Resolución 932 de 2015 “Por la cual se modifica y adiciona la Resolución 1115 de 2012”.
- Decreto 586 de 2015 “Por medio del cual se adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y demolición – RCD en Bogotá D.C.”.

- Resolución 472 de 2017 "Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones".
- Resolución 1257 de 2021 "Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y se adoptan otras disposiciones".
- Decreto 442 de 2015 “Por medio del cual se crea el Programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital y se adoptan otras disposiciones”.
- Decreto 265 de 2016 “Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones”.
- Resolución 4100 de 2004 del Ministerio de Transporte, “Por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional”.
- Documento ET-IC-01 “Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D.C.” del Instituto de Desarrollo Urbano – IDU o versión vigente.
- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras (INVIAS, 2013), específicamente la normatividad para ejecución de ensayos de campo y laboratorio o versión vigente.

Del mismo modo, los estudios indicados en el presente documento deberán ser elaborados de conformidad con los documentes técnicos relacionados enseguida:

- Guía IDU-IC-06 “Entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público”, o versión vigente.
- Guía GU-IC-09 “Presentación y reporte de especificaciones técnicas particulares”, o versión vigente.
- Guía GU-IC-10. "Guía Presentación y reportes de información de ensayos de campo y laboratorio y sus formatos asociados".
- Guía IDU-IC-13 “Diagnóstico de pavimentos de la malla vial urbana y rural de Bogotá D.C.”, o versión vigente.
- Guía GU-IC-15 "Metodología de diagnóstico y determinación del estado de los pavimentos y otros elementos del espacio público de Bogotá D.C.", o versión vigente.
- Guía GU-IC-16 "Metodología de diagnóstico y determinación del estado de los pavimentos y otros elementos de las ciclorutas de Bogotá D.C.", o versión vigente.
- Cartilla de Andenes de Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación, 2018), o versión vigente.
- Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación en Pavimentos Flexibles (INVIAS, 2008).
- Estudio de la resistencia a la erosión de materiales empleados como bases en pavimentos de concreto hidráulico (Universidad de Los Andes, 2010).
- Documento GU-GE-010. Guía para la estabilización del material producto de reciclaje en frio de pavimentos asfálticos (IDU, 2011).
- Documento GU-GE-011. Reciclaje de pavimento asfáltico In-situ estabilizado con aditivos bituminosos y/o hidráulicos (IDU, 2011).

4. CONDICIONES TÉCNICAS AMBIENTALES

Deberán ser considerados los siguientes parámetros técnicos relacionados con la reducción de impactos ambientales a partir de la incorporación de materiales reciclados en los diseños propuestos:

4.1. GRANO DE CAUCHO RECICLADO

El decreto 442 de 2015 define lo siguiente: ***"GRANO DE CAUCHO RECICLADO (GCR):*** *Producto obtenido del proceso de trituración de llantas usadas y de llantas no conformes, compuesto fundamentalmente por caucho natural y sintético, que no contiene materiales ferromagnéticos, textiles, o elementos contaminantes."*

Según el Decreto 442 de 2015 "Por medio del cual se crea el Programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital y se adoptan otras disposiciones":

> Artículo 10.- Aprovechamiento de llantas usadas en obras de infraestructura del transporte en el Distrito Capital. Desde el 1 de Julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llanta usada en las proporciones técnica que para el efecto exige el instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metros cuadrados de la mezcla asfáltica usada para la obra.
>
> Posteriormente, el Decreto 265 de 2016 "Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones", estableció entre otros:
>
> Que según lo informado por la Secretaría Distrital de Ambiente el Instituto de Desarrollo Urbano elaboró un documento técnico denominado "CONCEPTO TÉCNICO PARA LOS LINEAMIENTOS DE USO Y UTILIZACIÓN DEL GRANO DE CAUCHO GCR EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ", en el que se concluye que:
>
> 1. No es viable la aplicación de mezcla asfáltica con GCR en el 100% del área a intervenir como lo plantea el artículo 10 del Decreto 442 de 2015.
>
> 2. Para cumplir con el aprovechamiento de llantas usadas en los porcentajes establecidos en la resolución 6981 de 2011, se considera apropiado continuar con la instalación de mezclas asfálticas con GCR en vías vehiculares (Troncales de tráfico mixto, Malla Vial Arterial No Troncal, Malla Vial Intermedia y Malla Vial Local), en donde producto de un Estudio y de un Diseño la estrategia de intervención sea REHABILITACIÓN, RECONSTRUCCIÓN y CONSTRUCCIÓN. Para el caso de la construcción o reconstrucción de ciclo-rutas, su utilización dependerá del comportamiento del precio en el mercado.
>
> 4. Las actuales mezclas por vía húmeda son muy costosas, se necesita impulsar otras alternativas como la vía seca para propiciar una disminución de precios, lo cual también se producirá si estas mezclas compiten en el mercado con otros productos y tecnologías que también producen mejoras similares e importantes. De no ser así y mantenerse el esquema de la vía húmeda, se reduce el logro de la metafísica.

En consecuencia, el Decreto 265 de 2016 resolvió:

Artículo 4°.- Modificase el artículo 10 del Decreto 442 de 2015, el cual queda así:

Artículo 10.- Aprovechamiento de llantas usadas en obras de infraestructura del transporte en el Distrito Capital. Desde el 1 de julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas en las proporciones técnicas que para el efecto exija el Instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metro cuadrado de la mezcla asfáltica usada para la obra en un porcentaje no menor al 25% de la totalidad del volumen de la mezcla asfáltica usada en vías vehiculares (Troncales de tráfico mixto, Malla Vial Arterial No Troncal, Malla Vial Intermedia y Malla Vial Local).

Parágrafo 1.- El Instituto de Desarrollo Urbano - IDU, establecerá los lineamientos técnicos para el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llanta usadas en procesos constructivos con asfalto.

Parágrafo 2. - En el caso de vías con intervenciones de mantenimiento (reparcheo) no será obligatorio el uso de asfalto modificado, siendo potestativo del IDU decidir sobre la conveniencia de la aplicación del mismo conforme a lo expuesto en la parte motiva del presente acto administrativo"

Así las cosas, el consultor deberá asegurarse de que con sus diseños se permita la implementación del Decreto 265 de 2016 “Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones”, o aquella normatividad ambiental que se encuentre vigente durante la ejecución de la fase de estudios y diseños.

Para el caso en el que el diseño prevea varias capas asfálticas, al menos una de ellas deberá contener materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas, con las especificaciones técnicas que determine el IDU.

El empleo de mezcla asfáltica mejorada con GCR se exceptúa para las siguientes actividades: mantenimiento rutinario, parcheos, bacheos, actividades puntuales de mantenimiento en estructuras (puentes, pontones, pasos deprimidos, edificaciones y obras de estabilización de taludes) y espacio público (andenes y ciclorrutas). Del mismo modo, buscando optimizar los recursos del Distrito, en aras de no reducir innecesariamente la meta física de los contratos de obra, no serán propuestas mezclas con GCR como capas anti-erosión en pavimentos rígidos, ni como rodadura en ciclorrutas, considerando su alto costo y nulo beneficio técnico en dichas estructuras. Únicamente cuando la tipología seleccionada sea rígida, contemple capa antierosión (según sus requerimientos de tránsito) y sea la única mezcla asfáltica planteada en el proyecto, se deberá dar cumplimiento al decreto 265 de 2016, empleando como máximo el 25% (o el mínimo requerido en el decreto vigente) del volumen de mezcla asfáltica.

4.2. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

La resolución 1115 de 2012 presenta las siguientes definiciones:

"Residuos de construcción y demolición - RCD: se refiere a los residuos de construcción y demolición que se generan durante el desarrollo de un proyecto constructivo, entre los cuales se pueden encontrar los siguientes tipos:

Residuos de construcción y demolición - RCD - susceptibles de aprovechamiento:

- Productos de excavación, nivelaciones y sobrantes de la adecuación del terreno: tierras y materiales pétreos no contaminados productos de la excavación, entre otros. (...)

- Pétreos: hormigón, arenas, gravas, gravillas, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas sobrantes de mezcla de cementos y concretos, entre otros." (...)

La resolución 1257 de 2021 "Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y se adoptan otras disposiciones" señala:

Artículo 9. Modificar el artículo 19 de la Resolución 0472 de 2017, el cual quedará así:

Artículo 19. Metas de aprovechamiento de RCD. Los grandes generadores deberán aprovechar efectivamente un porcentaje en peso del total de los residuos de construcción y demolición - RCD generados en la obra, conforme a la categoría del municipio donde esta se localice, según lo dispuesto en la siguiente tabla:

Categoría especial	Categoría 1, 2, 3	Categoría 4, 5, 6	Cumplimiento de meta
25%	15%	5%	1 de enero de 2023
50%	30%	20%	1 de enero de 2026
75%	60%	40%	1 de enero de 2030

La meta de aprovechamiento es de obligatorio cumplimiento para todos los grandes generadores y **se calculará para el año de terminación del proyecto** sin tener en cuenta los productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno, cuya definición se encuentra en el artículo 2 de la presente resolución. Lo anterior no exime al generador de la obligación de gestionar la totalidad de sus residuos y de realizar el máximo aprovechamiento posible sin perjuicio del cumplimiento de las metas de aprovechamiento. (Negrilla y subrayado fuera de texto)

El consultor deberá proponer el mecanismo que le permitirá implementar la utilización de los residuos de construcción y demolición (RCD) en todo el proyecto, con base en las resoluciones ambientales vigentes. Para tales efectos, al definir el tipo de estructura de pavimento a implementar, se deberán considerar los materiales provenientes de los RCD, ya sea in-situ, o en otros frentes de obra.

El consultor deberá analizar las condiciones de calidad de los RCD, proponer las técnicas de estabilización física o química necesarias para adaptarlos a las especificaciones de construcción vigentes y definir el mejor uso posible de los materiales existentes, bien sea como capas estructurales, rellenos para reconformación de la subrasante o mejoramiento de ésta.

El consultor deberá optar como primera opción el empleo de materiales reciclados o de técnicas de reutilización, reciclaje y aprovechamiento in situ o en planta, utilizando los materiales existentes o los materiales provenientes de los patios de fresado y/o centros de aprovechamiento, pudiéndose emplear los materiales existentes de la siguiente manera:

- Reutilización o reciclaje in situ o en planta con materiales provenientes del frente de obra o de otro frente del mismo proyecto, o mediante el empleo de materiales provenientes del patio de fresado o centros de aprovechamiento, con o sin ajuste de pétreos, con o sin agentes estabilizantes.
- Reutilización de los materiales existentes en el frente de obra, utilizándolos con el mismo tipo de uso o ubicación en que actualmente se encuentra la capa o material, con o sin ajuste de pétreos, con o sin agentes estabilizantes.
- Reutilización de los materiales existentes en el frente de obra, con un uso y ubicación diferente al que actualmente se encuentra prestando la capa o material, pudiéndose emplear dicho material como relleno para redes de servicios públicos, rellenos para muros de contención, espacio público o sello para mejoramiento de subrasante.
- Empleo de materiales convencionales, en el evento de que alguno de los tres (3) procedimientos descritos en los párrafos anteriores no pueda llevarse a cabo, caso en el cual esto debe ser demostrado técnicamente a través de ensayos de laboratorio. Cabe anotar que los materiales existentes de la Infraestructura vial existente y de espacio público siempre son aprovechables, a menos que este tenga contenidos de residuos contaminantes como lo son aceites, grasas, metales y residuos que puedan afectar el comportamiento de las estructuras proyectadas.

4.3. NUEVAS TECNOLOGÍAS

Se deberá acoger la normativa existente en lo referente a la utilización de nuevas tecnologías y/o materiales reciclados. En los contratos de consultoría u obra, la nueva tecnología deberá ser propuesta en la metodología, previo cumplimiento de los procedimientos que para tal fin determine la entidad contratante. Se deberán proponer técnicas de reutilización y estabilización de materiales de común aplicación en el medio local. En caso contrario, se estará en la obligación de presentar experiencias que demuestren los beneficios técnicos y la disponibilidad en el mercado de diversidad de proveedores, fuentes o plantas de producción.

5. ENTREGABLES – FASE DE FACTIBILIDAD

5.1. CONSULTA A ENTIDADES

Se deberá solicitar ante las entidades pertinentes (IDU, SDM, EAAB, Fondo de Desarrollo Local de ciudad Bolívar, etc), un concepto donde se pueda certificar que las vías a intervenir no están reservadas a favor de otra entidad, validar si existen o no, proyectos sobre los segmentos viales a intervenir: Pólizas activas, estudios y diseños vigentes, entre otros aspectos que viabilicen las intervenciones. De la misma manera se deberá solicitar los lineamientos, normatividad asociada y toda la información que permita establecer el marco

normativo y técnico para la intervención de las vías objeto de las intervenciones. Se deberá realizar el control y seguimiento de las consultas, atender las observaciones de manera oportuna, asistir a reuniones y talleres, hasta que se obtengan las respectivas respuestas de cada entidad.

5.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS VIALES INCLUIDOS EN LA CONSULTORÍA

De acuerdo con lo dispuesto en las Resoluciones 1860 de 2013 y 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte.

5.3. ANÁLISIS DE LA MALLA VIAL

Se debe incluir como mínimo, el estado de la capa de rodadura, clasificación vial, estado de andenes, estado de la señalización y la demarcación. Incluir datos, descripción de los elementos, áreas, dimensiones, registro fotográfico. Incluir información secundaria e información tomada en campo.

5.4. ANÁLISIS DEL TRÁNSITO Y TRANSPORTE

Este análisis debe incluir como mínimo las rutas de trasporte público, localización de parqueaderos, parqueo en vía, flujos vehiculares a partir de aforos de la SDM, accesibilidad a las futuras estaciones del Proyecto Cable Aéreo. Incluir información secundaria e información tomada en campo.

5.5. PROPONER LA METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN EN CAMPO

La información estará relacionada con aforos, conteos y demás procedimientos que correspondan.

5.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. ENTREGABLES – FASE DE ESTUDIOS

En esta fase y para el componente PAVIMENTOS el CONTRATISTA debe realizar los análisis de las condiciones particulares de la zona de influencia de cada uno de los parques a intervenir, en temas de movilidad vehicular y peatonal, así como el transporte público, modos de movilidad sostenible y alternativa, entre otros. Los productos, conclusiones y recomendaciones generados en el desarrollo de las actividades requeridas en este componente deben ser consignadas en un (1) informe revisado y aprobado por la INTERVENTORIA, y posteriormente socializado a la SECRETARÍA DISTRITAL DE HÁBITAT (SDHT). EL CONTRATISTA deberá presentar la metodología para las tomas de información en campo las cuales deben ser aprobadas por la INTERVENTORÍA y validadas por la SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD. Así mismo se deberá tramitar todos los permisos y estudios requeridos de acuerdo con la normatividad vigente, para la intervención sobre vías y andenes previstas en la consultoría. El CONTRATISTA deberá elaborar como mínimo las siguientes actividades y/o productos:

Consulta a entidades – Trámites de aprobación para el componente de vías y movilidad.

Una vez se cuente con la respuesta de las entidades de acuerdo con la fase anterior, se deberá tramitar ante las entidades competentes la aprobación del estudio de tránsito, señalización y todos aquellos trámites que apliquen para la intervención de las vías aledañas al parque. Se deberá realizar el control y seguimiento de los

trámites, atender las observaciones de las entidades de manera oportuna, asistir a reuniones y talleres hasta la aprobación de los trámites.

6.1. CERTIFICADO EN EL CUAL CONSTE QUE EL PROYECTO CUMPLE CON LAS NORMAS DE MOVILIDAD REDUCIDA.

6.2. REALIZAR ANÁLISIS DE MOVILIDAD Y AFOROS

Estos estudios se deberán realizar sobre las vías cercanas a los parques y áreas de influencia (según aplique).

6.3. CONDICIONES DE LA MOVILIDAD ALTERNATIVA Y SOSTENIBLE

Identificación de las condiciones de la movilidad alternativa y sostenible, evaluando desplazamientos peatonales, bicicleta, y accesibilidad universal. Tomas de información en campo e información secundaria.

6.4. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Análisis de la información pertinente entregada por parte de La SDM, IDU, Alcaldía local, La SDHT, Transmilenio S.A. - TM y demás entidades pertinentes.

6.5. DEFINICIÓN Y MEDICIÓN DE INDICADORES PARA ANÁLISIS DE IMPACTO

Indicadores en temas de seguridad vial, calidad ambiental, espacio público vial, caracterización del comercio formal e informal en espacio público, condiciones de la peatonalidad, entre otros.

6.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El interventor estará en obligación de poner en conocimiento de la SDHT para análisis, formulación de observaciones o recomendaciones y concepto los siguientes productos entregables:

- Documento o producto Entregable 1: "Informe de recopilación de información, plan de exploración y metodología". El documento deberá remitirse aprobado por parte de la interventoría y obtenerse concepto de recibido por parte de la SDHT.
- Documento o producto Entregable 2: "Diseño de pavimentos". Deberá remitirse aprobado por parte de la interventoría y obtenerse concepto de recibido por parte de la SDHT durante el desarrollo de la etapa de factibilidad.

El contenido mínimo de los anteriores documentos entregables es el siguiente y la descripción de cada numeral se presenta en las secciones posteriores del presente documento:

No.	Entregables Fase de Factibilidad
1	Informe de recopilación de información, plan de exploración y metodología
1.1	Introducción, antecedentes y justificación, objetivos del componente, localización, descripción general del proyecto y de las alternativas, relación de información obtenida.
1.2	Análisis interdisciplinarios previos
1.3	Investigación, recopilación y análisis de información existente
1.4	Inventario y diagnóstico preliminar de la infraestructura existente

1.5	Plan de investigación geotécnica complementaria
1.6	Metodología de diseño: fórmulas y procedimientos de cálculo, correlaciones, factores ajuste/corrección y demás elementos de diseño; formulación y evaluación de tipologías.
1.7	Hoja de firmas, control de cambios y revisiones.
2.	Diseño de pavimentos
2.1	Introducción, antecedentes y justificación, objetivos del componente, localización, descripción general del proyecto, relación de información obtenida.
2.2	Análisis interdisciplinario previo. (Actualización del análisis interdisciplinario previo del entregable del numeral 1 de esta tabla).
2.3	Informe de Investigación, recopilación y análisis de información existente.
2.4	Resultados del inventario y diagnóstico preliminares y/o diagnóstico de la infraestructura existente.
2.5	Resultados de la exploración geotécnica existente y complementaria (Registros de campo, registro fotográfico, resultados de ensayos de laboratorio firmados, cuadro consolidado, perfiles estratigráficos y planos de localización, certificados de calibración).
2.6	Análisis de la subrasante (Resistencia mecánica, módulo resiliente, mejoramientos, potencial de expansión, etc.).
2.7	Análisis de las cargas del tránsito (Ejes equivalentes de 8.2 t).
2.8	Definición de sectores homogéneos de diseño.
2.9	Prediseño de estructura de pavimentos, Metodología AASHTO/1993 y Diseño de pavimentos (Vías, orejas, conectantes, conexiones operacionales, etc.).
2.10	Metodología Cartilla de Andenes y Diseño de espacio público (Andenes, ciclorrutas, pompeyanos y rampas).
2.11	Evaluación de Tipologías (Comparación técnica y económica que involucre costos de mantenimiento y definición de la recomendada).
2.12	Memorias de cálculo.
2.13	Esquema de localización de los sectores de diseño definidos en el alcance.
2.14	Análisis del potencial de reutilización de materiales reciclados y recomendaciones de implementación de residuos de construcción y demolición (RCD) y grano de caucho reciclado (GCR).
2.15	Especificaciones generales y particulares.
2.16	Cantidades de obra para la tipología recomendada (En función de las áreas de espacio público y diseño geométrico).
2.17	Análisis de riesgos.
2.18	Recomendaciones para la fase de diseños.
2.19	Conclusiones.
2.20	Hoja de firmas, control de cambios y revisiones.

A continuación, se describe detalladamente el contenido de los diferentes aspectos que conforman los productos entregables:

Introducción, antecedentes y justificación, objetivos del componente, localización, descripción general del proyecto, relación de información obtenida.

El contenido de cada aspecto es el siguiente:

- Introducción: Información general sobre el contrato.

- Antecedentes y justificación: Información general sobre contratos anteriores o problemática que da lugar al proyecto, deberá basarse como mínimo en los estudios previos o el anexo técnico contractual.
- Objetivos del componente: descripción de los objetivos que se pretende cumplir con el producto.
- Localización: Plano o esquema y descripción de la ubicación general del proyecto.
- Descripción general del proyecto: Deberá incluir esquemas o imágenes con la implantación del proyecto en planta y secciones transversales típicas dentro del cuerpo del informe y una breve descripción. Así como una breve descripción de cada alternativa de proyecto
- Relación de información obtenida: Listado de los contratos, convenios, etc, cuya información fue consultada para el desarrollo del producto.

Análisis Interdisciplinarios Previos

Consiste en la recopilación y análisis de la información de los demás componentes que intervienen en el proyecto y que pueden tener incidencia sobre el alcance de la intervención de la infraestructura de pavimentos existente o proyectada, con el fin de armonizar el diseño con los demás componentes y definir de manera óptima la exploración de campo. El análisis interdisciplinario previo NO se limitará a la transcripción de los productos de los demás componentes y únicamente se anexarán planos de otros componentes cuando se pretenda mostrar algún tipo de análisis, que deberá encontrarse debidamente descrito dentro del cuerpo del producto entregable y con la correspondiente referencia al plano adjunto. Con anticipación al desarrollo de las actividades de factibilidad de pavimentos y espacio público asociado, se deberá presentar un análisis que como mínimo contenga las áreas y aspectos técnicos relacionados a continuación:

- Geometría. Análisis de los alineamientos en planta y perfil del proyecto, a partir de los cuales debe definirse la posibilidad de aprovechamiento de la infraestructura existente.
- Urbanismo. Describir en detalle el alcance urbanístico de los proyectos y su relación con el componente de pavimentos.
- Redes hidrosanitarias. Análisis sobre el remplazo, traslado o construcción de alcantarillados pluviales/sanitarios con respecto a la intevención de la estructura de pavimento existente o proyectada, concluyendo a partir de ello el alcance de la intervención del pavimento y en consecuencia, la posibilidad de eludir actividades de diagnóstico para rehabilitación y proceder directamente al diseño de la reconstrucción.
- Geotecnia. Análisis de la propuesta del componente de geotecnia, en el caso en que se contemplen medidas de estabilización de la fundación de la calzada o rellenos, cuyo efecto conlleve también mejoramiento en la capacidad de soporte, o en aquellos donde las características orgánicas y/o de cambio volumétrico obliguen al remplazo de espesores mayores que el requerido para alcanzar el módulo de la subrasante mejorada. Se tomará como valor de diseño aquel que resulte de las recomendaciones de dicho componente.
- Forestal. Se debe evaluar el deterioro de la infraestructura existente o proyectada como consecuencia de la succión de la vegetación y socializar el concepto técnico resultante con el componente forestal, buscando que aquel gestione las soluciones o recomendaciones a que haya lugar (bloqueos, traslados, podas radiculares u otros).
- Se deberá presentar un plano que evidencie las posibles áreas aprovechables del pavimento existente, con base en la superposición de los planos suministrados por el componente de redes en la fase previa, la geometría del diseño conceptual del proyecto y la geometría existente, a partir

de este plano se deberá proponer las mínimas longitudes, anchos y áreas, donde se pueda implementar la rehabilitación de las diferentes estructuras de pavimento existentes.

Se deberá presentar la conclusión del análisis con respecto a la intervención del pavimento existente y los aspectos a tener en cuenta para el planteamiento del plan de exploración.

Actualización del análisis interdisciplinario previo

Debido a que el "Análisis interdisciplinario previo" (Numeral 1.2) de que trata el documento entregable 1 se elabora al inicio de la ejecución del contrato, es posible que no se cuente con información precisa ni definitiva; por lo tanto, para el numeral 2.2 del entregable 2, se efectuará la "Definición del alcance del estudio y diseño de pavimentos" con base en la actualización del análisis interdisciplinario, lo que consiste en reevaluar con respecto al componente de pavimentos, los planteamientos a nivel de la fase que se está ejecutando (factibilidad), llevados a cabo por cada disciplina

Recopilación de Información, Inventario y Diagnóstico Preliminares

El fin de la investigación, recopilación y análisis de información existente, así como la ejecución del inventario y diagnóstico preliminar de la estructura existente es analizar y concluir sobre el alcance de la intervención de la infraestructura existente y la definición de aspectos a tener en cuenta para el planteamiento del plan de exploración. En consecuencia, el producto entregable deberá presentar claramente dicho análisis y definición aspectos y NO podrá limitarse únicamente a la transcripción de la información recopilada.

Investigación, recopilación y análisis de información existente

Consiste en la búsqueda o investigación, recopilación y posterior análisis de información relacionada con el proyecto. Puede tratarse de información de contratos anteriores de la misma zona o zonas cercanas, información de otras entidades, información de empresas privadas o públicas, etc, que permita establecer parámetros o criterios para el diseño del proyecto. El objetivo es llevar a cabo su análisis con respecto al componente de pavimentos, de manera que sea posible establecer aspectos para el planteamiento de la exploración de campo y criterios de diseño.

Por lo anterior, se deberá presentar claramente el análisis de la información recopilada y las conclusiones que se derivan, teniendo como mínimo que dar claridad (con las debidas justificaciones y soportes) sobre los siguientes aspectos:

- Descripción general de la información obtenida: Descripción del tipo de información obtenida (informe, plano, ficha, etc), datos generales del contrato (número, objeto, etc).
- Ubicación de la información recopilada con respecto al proyecto: Relacionar si la información se encuentra ubicada en la misma área del proyecto o cercana y ubicación en un plano (planta) del área o puntos que abarca la información recopilada con respecto al proyecto.
- Suficiencia de la información: Analizar si la información se encuentra completa o no y detallar la razón con sus debidos soportes.
- Aplicabilidad de la información: Definir si la información obtenida es aplicable al proyecto y al componente y su justificación.

- Necesidad de ser complementada: Determinar si la información requiere ser complementada con miras al desarrollo del proyecto en ejecución y su justificación.
- Anexos: Se deberá adjuntar de manera organizada y depurada únicamente la aplicable al componente de pavimentos.
- Análisis con respecto a la fase previa y del anexo técnico general contractual: Establecer si se presenta o no información de campo y si la información requiere ser complementada.
- Análisis con respecto al plan de exploración: Evaluar si la información de campo obtenida requiere ser complementada o verificada y su justificación, así como el plano (planta) con la ubicación de la información de campo recopilada.

La búsqueda, recopilación y análisis de información secundaria, deberá contemplar aspectos como: antecedentes de estudios de suelos, evaluaciones y diagnósticos de pavimentos, tránsito y en general todos aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto, con el propósito de optimizar en la medida de lo posible la exploración y ensayos a ejecutar para factibilidad.

El Consultor deberá revisar la información existente correspondiente a la investigación del subsuelo recopilada en otros contratos y que corresponda a los sectores analizados en el estudio que se esté desarrollando, la cual puede ser consultada en el Centro de Documentación del IDU o a través del Repositorio Institucional del IDU en el siguiente enlace: https://webidu.idu.gov.co/jspui/. Como mínimo pero sin limitarse, a ello se debe consultar la información que se indique en el Anexo técnico contractual.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta el Diagnóstico Básico e Índice de Condición de Estado del Espacio Público y Ciclorrutas, cuya información debe ser solicitada al IDU, como mínimo lo disponible en la dirección https://www.idu.gov.co/page/siipviales/geomatica/portafolio. La información primaria incluye aquella específica del sitio de proyecto, no solo del contrato en ejecución. En proyectos con Estudios y diseños existentes la información debe ser utilizada y como máximo verificada.

Inventario y diagnóstico preliminar de la infraestructura existente

Consiste en llevar a cabo una visita de campo (que puede ser la misma visita inicial) durante la cual se observe (y registre fotográficamente) de manera general y preliminar el tipo y condición general del pavimento y espacio público asociado.

El inventario y diagnóstico preliminar a presentar deberá incluir como mínimo la siguiente información:

- Registro fotográfico: El registro deberá incluir la ubicación de la fotografía y breve descripción de lo que se pretende mostrar.
- Estado general del pavimento.
- Tipo de daños que se presentan (Ver procedimiento posterior).
- Posibles causas de los daños.
- Elementos adicionales que puedan afectar el pavimento: zonas verdes, árboles, taludes, estructuras (box culvert, accesos a puentes), zonas de rellenos, escombros, ubicación de sumideros, etc.
- Tipo de tráfico observado durante la visita: motos, automóviles, buses de servicio público, camiones, etc.

- Análisis sobre el posible aprovechamiento parcial o total de la estructura de pavimentos existente según su estado.
- Aspectos a tener en cuenta con respecto al plan de exploración de campo: ubicación de sitios críticos o especiales que requieran ser investigados en detalle y aplicabilidad de toma de información no destructiva en fases posteriores.

Se deberá aplicar el siguiente procedimiento para determinar de manera preliminar el tipo de intervención que se podría requerir con el fin de establecer la necesidad o no de diagnóstico. Se determinarán los daños del pavimento según la siguiente tabla:

Tipos de daño	
Flexible	**Rígido**
Fisuras	Fisuras
Grietas	Grietas
Deformaciones (ondulaciones, corrugación, abultamientos, hundimientos, ahuellamiento)	Losa dividida
	Escalonamiento
Huecos o baches	Daños en juntas

De manera aproximada, con base en una inspección visual, se establecerá y clasificará la extensión del área según la siguiente tabla:

Extensión área		
>50 %	50% a ≥ 25%	< 25%
Alta	Media	Baja

Para los daños y extensión determinados se establecerá el color asociado según la siguiente guía de código de color:

Daño predominante	**Extensión**	**Color**
Fisuras - grietas	Alta	Amarillo
	Media	Amarillo
	Baja	Verde
Deformaciones	Alta	Rojo
	Media	Naranja
	Baja	Amarillo
Losas subdivididas	Alta	Rojo
	Media	Naranja
	Baja	Amarillo
Huecos o baches	Alta	Rojo
	Media	Naranja
	Baja	Amarillo
Escalonamiento	Alta	Naranja
	Media	Amarillo
	Baja	Amarillo
Daños en juntas	Alta	Amarillo
	Media	Amarillo
	Baja	Verde

Para el código de color establecido se identificará la actividad predominante en la vía así:

Código en color	**Actividad identificada predominante**
Verde	Mantenimiento rutinario
Amarillo	Mantenimiento período
Naranja	Rehabilitación
Rojo	Reconstrucción

En fase de factibilidad NO serán ejecutados ensayos no destructivos (deflectometría, georradar e índice de condición PCI), a menos que en esta fase sea posible definir con certeza suficiente el aprovechamiento de la infraestructura existente, aspecto que debe ser analizado oportunamente en el plan de exploración y ensayos propuestos, el cual requiere aprobación de la interventoría y concepto de la Supervisión según los términos contractuales.

Estudio Geotécnico para Pavimentos y Espacio Público Asociado

Es obligación de la interventoría y del consultor/contratista dar cumplimiento a los lineamientos para la selección, validación y seguimiento de los laboratorios de ensayos, según Documento ET - IC-01, Especificación 103-18.

Plan de Investigación geotécnica complementaria

Con base en el diagnostico preliminar y la información secundaria recopilada, se deberá proyectar un plan de exploración complementario. El plan de exploración consiste en la determinación de los trabajos de campo y ensayos de campo y laboratorio necesarios para la obtención de los parámetros requeridos para el diseño. Dicho plan de investigación deberá contener como mínimo la siguiente información (que se detalla en los párrafos posteriores):

- Aspectos del "análisis interdisciplinario previo", "investigación, recopilación y análisis de información existente" e "inventario y diagnóstico preliminar de la infraestructura existente", tenidos en cuenta para plantear la exploración.
- Plano en planta con la ubicación (discriminada) de los trabajos de campo a realizar y los obtenidos a partir de la recopilación de información existente. La planta corresponderá a la superposición de la topografía con la planta geométrica proyectada con el fin de validar la ubicación de la exploración propuesta.
- Tabla de ensayos propuesta: deberá contener como mínimo el nombre del ensayo, norma de ensayo, parámetro que arroja el ensayo, parámetro de diseño que se obtiene.
- Balance financiero: deberá contener como mínimo código de ítem, descripción, cantidad, unidad, valor unitario, valores totales y balance con respecto a la bolsa destinada para ensayos. Se deberán anexar las capturas de pantalla del listado de precios que incluyan la fecha de consulta y la información incluida en el balance financiero.
- Se deberá indicar claramente si se presentan o no "ítems no previstos".

En caso que se contemplen alternativas con diferente alineamiento geométrico en planta, cada una de ellas requiere exploración particular. La exploración adicional que se plantee únicamente será ejecutada en sitios donde no exista información primaria, donde esta sea insuficiente o se requiera corroborar información específica. Con anticipación a la ejecución de los trabajos de campo, los planes complementarios de investigación del subsuelo en cada una de las fases del proyecto deberán ser aprobados por la interventoría y ser presentados a la Supervisión para su revisión según los términos contractuales.

Los planes de investigación geotécnica deberán presentarse debidamente justificados desde el punto de vista técnico, soportado con el plano de localización de apiques existentes y adicionales, información que deberá ser referenciada en cuanto a coordenadas, cotas y abscisado se refiere. El plan de exploración del subsuelo deberá tener en cuenta la información de redes existentes de las empresas de servicios públicos, dado que todos los

daños causados durante el proceso de exploración deberán ser asumidos por el consultor o contratista, sin que esto exima del cumplimiento de los requisitos mínimos estipulados en el presente documento.

El plan de exploración deberá incluir un Balance financiero que deberá indicar (según aplique contractualmente: de la propuesta o del listado de precios del IDU, etc.) el código de ítem, descripción, cantidad, unidad de medida, valor unitario, valores totales, subtotal y balance con respecto a la bolsa destinada para ensayos. Adicionalmente, deberá indicar la procedencia del ítem (oferta económica, listado de precios IDU con fecha de consulta, No previsto, etc.). El visor "Precios Unitarios de Referencia (Visor Base de precios vigente) puede consultarse en la página de la Entidad, en el enlace:

https://www.idu.gov.co/page/siipviales/economico/portafolio

El Consultor deberá revisar en conjunto con el interventor, con base en el contrato, si alguno de los ensayos requeridos corresponde a un "Ítem No Previsto", en cuyo caso se deberá seguir el procedimiento previsto en el mismo contrato y en el Manual de Interventoría para la inclusión contractual de dicho ítem, previo a su ejecución. Cuando se sobrepase el valor total de la bolsa destinada para ensayos, se deberá tramitar la adición correspondiente previo a la ejecución de las actividades.

Considerando que, para la ejecución de la exploración geotécnica para evaluación y diseño de pavimentos y la ejecución de ensayos no destructivos, se requiere interrumpir los flujos vehiculares, se hace necesario que el consultor/contratista elabore los planes de manejo de tráfico necesarios y tramite su aprobación ante la Secretaria Distrital de Movilidad, a fin de minimizar el impacto a la movilidad en la zona del proyecto. Gestión que se deberá adelantar desde el componente de tránsito.

Informe de Cobro de Trabajos de Campo y Ensayos de Laboratorio

Posteriormente, para el pago de los análisis de precios unitarios correspondientes a las exploraciones geotécnicas y ensayos de laboratorio, se deberá presentar un informe que contenga:

- Cuadro resumen de cantidades ejecutadas incluyendo: cantidad, unidad, código de ítem, descripción y precios contractuales (con fecha de consulta en el visor si esto aplica).
- Soporte de los ítems que se pretende cobrar, tales como: reporte de los trabajos de campo realizados, reportes de ensayos de laboratorio firmados por el laboratorista y jefe de laboratorio, etc.
- Certificados de calibración de equipos de laboratorio, protocolo de manejo, transporte, ensayo y conservación de muestras de campo y registro fotográfico.
- Comunicación de concepto de conformidad del plan de exploración del subsuelo por parte de la Supervisión.

Frecuencia de exploración

En caso de no existir información primaria en la zona de implantación del proyecto, la frecuencia de ejecución de exploraciones será establecida de acuerdo con los siguientes criterios

Tipo proyecto	Calzadas existentes o proyectadas	Frecuencia

Construcción (vía nueva) o	Una	Un apique cada 100 m
Mejoramiento (vía existente)	Dos o más	Un apique cada 200 m por calzada
Espacio público		Si el proyecto es lineal (andén adyacente a calzada, alameda, cicloruta, etc.) se deberá tomar Un apique cada 100 m. En los demás casos (plazoletas, zonas bajo puentes, intervenciones puntuales, espacio público asociado a accesos a puentes, etc), se deberán localizar los apiques de manera que se configure una cuadricula de 100m de lado, ubicando un apique en cada intersección (esquina). En todo caso deberá ejecutarse mínimo un (1) apique por sector. Entiéndase por sector de intervención el área aferente de cada costado del puente y las demás relacionadas en el párrafo anterior.
Patios o terminales		Para patios o terminales, la frecuencia se definirá siguiendo los lineamientos dados para áreas de espacio público (configuración de cuadrícula de 100m de lado).

En caso de que el proyecto involucre, además de diseño de espacio público, el de las calzadas vehiculares, únicamente se ejecutará exploración y ensayos en estas últimas. Para las actividades de espacio público asociado, en donde se pretenda plantear acciones de mantenimiento, no es necesario realizar exploración geotécnica. Cuando no exista estructura o se encuentre en muy mal estado, bastará con caracterizar mecánicamente la subrasante.

La exploración ejecutada en cada fase deberá ser considerada para la fase siguiente. La frecuencia de exploración para estructuras de andenes, ciclorrutas, accesos a predios comerciales o habitacionales, deberá enfocarse bajo el criterio de unidad o eje vial de diseño, no al de segmento vial (CIV) y mucho menos ejecutarse por costado de un mismo eje. En caso de que el proyecto involucre, además de diseño de espacio público, el de las calzadas vehiculares, únicamente se ejecutará exploración y ensayos en estas últimas. Con soporte técnico en el inventario y diagnóstico preliminares, previa aprobación de la interventoría y concepto de la SDHT según los términos contractuales, podría plantearse una campaña de exploración mediante sondeos o barrenos (menor diámetro, sin ensayos) para conocer los materiales existentes en andenes con posibilidad de aprovechamiento.

En caso de ejecutarse exploración o ensayos sin sustento técnico, o en caso de que se repitan los existentes en estudios previos, o que no se empleen en los diseños, el consultor/contratista asumirá su costo.

Ensayos a ejecutar

En cada uno de los apiques se ejecutarán los siguientes ensayos, de acuerdo con el estrato al que sean aplicables:

Norma INVIAS	**Descripción**	**Frecuencia**	**Aplicable a**
E-123	Determinación del tamaño de las partículas de los suelos.	En cada apique	Por capa/estrato
E-213	Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino.	En cada apique	Por capa/estrato
E-125	Determinación del límite líquido de los suelos.	En cada apique	Por capa/estrato
E-126	Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos.	En cada apique	Por capa/estrato

E-122	Determinación en laboratorio del contenido de agua	En cada apique	Por capa/estrato
E-180	Clasificación de suelos y de mezclas de suelos y agregados con fines de construcción de	En cada apique	Por capa/estrato
E-181	Sistema unificado de clasificación de suelos para propósitos de ingeniería.	En cada apique	Por capa/estrato
Norma INVIAS	Descripción	Frecuencia	Aplicable a
E-148	CBR de los suelos sobre muestra inalterada.	En cada apique	Subrasante
E-121	Determinación del contenido orgánico de un suelo mediante el ensayo de pérdida por ignición.	Cada 200 m (Ver nota)	Subrasante
E-127	Determinación de los factores de contracción de los suelos	Cada 200 m (Ver nota)	Subrasante

NOTA: Los ensayos de contracción y contenido de materia orgánica, serán ejecutados cada 200 m, con independencia del tipo de proyecto (construcción, rehabilitación o mejoramiento).

De llegar a encontrarse suelos de subrasante tipo arena o grava, en los cuales no sea posible hincar el molde para ensayo inalterado, se procederá con muestra compactada en laboratorio para los niveles de densidad del ensayo Proctor. El CBR de diseño será establecido para densidad correspondiente a la humedad de equilibrio (INV-E-146) del suelo, para el porcentaje mínimo de compactación establecido por el diseñador, o la densidad de campo.

Se deberá presentar para cada ensayo propuesto: su nombre, norma de ensayo, parámetro que arroja y parámetro que se empleará en el diseño. Cuando se requiera algún ensayo que no se encuentre previsto en el presente documento, será necesario justificar técnicamente su necesidad indicando además de los requisitos anteriores, su relevancia para el proyecto y en el diseño, así como el análisis que permita evidenciar que no es posible determinar el parámetro con ninguno de los ensayos previstos en este documento o su mayor idoneidad.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que se requiere la ejecución de ensayos (los previstos en esta sección y los demás que esten contemplados en el plan de exploración), éstos deberán contar con la acreditación del organismo competente, como la ONAC, o con las normas ISO/IEC 17025:2005 o ISO 9001:2008, o versiones más recientes, que aseguren la adecuada medición e identificación de los atributos técnicos objeto de evaluación. Los certificados de acreditación o de idoneidad, deberán ser entregados al interventor antes de la realización de los ensayos, esto con la finalidad de que la Interventoría tenga aprobado el laboratorio de suelos y pavimentos previo al inicio del desarrollo del proyecto.

Resultados de la exploración geotécnica existente y complementaria

La información geotécnica deberá ser consolidada en perfiles estratigráficos, incluyendo las propiedades físicas y mecánicas de cada una de las capas/estratos identificados durante los trabajos de campo.

Los resultados de los ensayos de laboratorio (existentes y complementarios) deberán consolidarse en una tabla resumen (Formato: "Recopilación resultados ensayos de exploración geotécnica pavimentos", código FO-IC-40), incluyendo como mínimo y sin limitarse a ello: número de apique y muestra, abscisa, coordenadas, CIV,

profundidad, descripción, clasificación (USCS y AASHTO), humedad, granulometría, límites de Atterberg, CBR inalterado natural y sumergido, expansión, etc. Deberá presentarse en formato editable y no editable firmado.

Los registros de campo y de resultados de ensayos deberán presentarse en su totalidad en un anexo debidamente organizados y firmados por los responsables de su elaboración. Se deben incluir en el anexo los certificados de calibración de los equipos de laboratorio.

Se debe incluir el registro fotográfico que evidencie la ejecución de cada una de las exploraciones. Se debe presentar el plano de ubicación final de los trabajos de campo ejecutados y existentes (diferenciándolos mediante convenciones). El plano en planta donde se ubiquen los trabajos de campo corresponderá a la superposición de la topografía con la planta geométrica proyectada.

Metodología de diseño de factibilidad

Consiste en la descripción de las metodologías y criterios de diseño de pavimentos que se emplearán. Ya que pueden presentarse cambios durante el desarrollo del proyecto, se entiende que son de carácter preliminar y que algunos pueden requerir de ajuste durante el diseño; sin embargo, se deberá definir la mayor cantidad de parámetros de diseño que sea posible, teniendo en cuenta los lineamientos dados en el presente documento, con el objetivo de que sean discutidos y evaluados en conjunto con la interventoría y de esta manera evitar reprocesos o discusiones durante el desarrollo de los diseños. De acuerdo con lo anterior, NO se considerará como metodología la transcripción de los lineamientos de diseño dados en el presente documento sino su análisis, evaluación y definición.

Los parámetros que se deberán plantear incluyen: criterios de diseño, fórmulas o ecuaciones de cálculo de parámetros de mejoramiento, procedimientos y metodologías de cálculo, funciones de transferencia a emplear, factores de ajuste/corrección, correlaciones (por ejemplo, entre CBR y módulo), tipologías de pavimento y criterios para su evaluación y demás elementos de diseño que se pretenda emplear.

Lineamientos Generales de Diseño para Factibilidad

Teniendo en cuenta las recomendaciones del numeral 2.1.3 Confiabilidad, de la Guia AASHTO 1993, la confiabilidad del diseño debe coincidir con la establecida a continuación:

- Troncales: 95%
- Malla vial arterial: 90%
- Malla vial intermedia: 85%
- Malla vial local: 80 %

El tipo de vía puede consultarse en el Sistema de Información Geográfica del IDU - SIGIDU (https://geoportal-idu.hub.arcgis.com/)

Periodo de diseño

Se deberá considerar el periodo de tiempo requerido para el desarrollo de la fase en que se encuentra el proyecto, el tiempo necesario para el desarrollo de las fases posteriores, el necesario para la estructuración del contrato de obra y el de ejecución de las obras, a fin de establecer el año de inicio de la fase de operación de

la estructura de pavimento. Por lo anterior, el año de inicio de operación (año de base) no deberá ser inferior a 5 años, contados desde el final de la fase en desarrollo.

Con fines de hacer posible el comparativo técnico y económico entre tipologías de pavimento, el periodo de diseño a considerar en fase de factibilidad, en función del tipo de superficie, será:

- Pavimentos rígidos: 20 años.
- Pavimentos flexibles: 20 años.

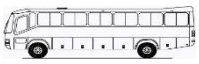
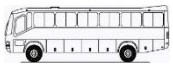
Análisis de las cargas del tránsito

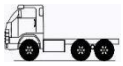
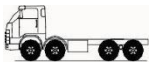
El tránsito promedio diario por tipo de vehículo y su proyección anual deben corresponder con el resultado del "Informe de Cálculo de Tránsito Promedio Diario" presentado en el componente de tránsito y aprobado por la interventoría del componente de tránsito. El informe y su aprobación deberán anexarse en el producto de pavimentos. En el caso de proyectos que involucren buses Transmilenio o del SITP, se debe incluir la comunicación a partir de la cual se determinan y proyectan las frecuencias y tipo de buses del sistema.

Se deberá entregar el cálculo del Número de Ejes Simples Equivalentes (NESE), para el caso de pavimentos flexibles o rígidos, cálculo que deberá obedecer a los resultados de la estimación del tránsito promedio diario (TPD) y su proyección durante el periodo de diseño. La configuración y pesos por eje de la flota vehicular para diagnóstico, evaluación y diseño serán los establecidos en los numerales siguientes.

Configuración vehicular

La configuración a utilizar para al diseño y evaluación de pavimentos flexibles y rígidos, será la ilustrada en la siguiente tabla, que se encuentra en concordancia con la normatividad legal vigente en el país:

Configuración			Peso Máximo por eje (ton)			Peso Máximo Bruto (ton)
			1	2	3	
Colectivo y Buseta (C, BT)			2.5	5		-
Bus, bus especial e inter/pal (B, ESP, INT)			3.5	7.5		-
Alimentador, Padrón Convencional (AL)			6	11		-
Alimentador, Padrón Eléctrico (AL EL)			7.5	12.5		-
2P			2.5	6		-

2G			5	11		16
C3			6	22		28
4			14	22		36
2-S1			5	11	11	27
2-S2			5	10	17	32
2-S3			6	11	23.5	40.5
3-S1			5	14	10	29
3-S2			5	21.5	21.5	48
3-S3			6	22	24	52

NOTA: En caso de que se identifiquen categorías especiales o relevantes de vehículos comerciales también se deberán discriminar. Caso en el cual, para buses, puede emplearse para el cálculo de los factores de equivalencia de carga, la información de referencia contenida en la Tabla anterior o para buses y camiones pueden consultarse las fichas técnicas de los buses que se espera transiten por la vía.

Información de referencia para la determinación de cargas por eje

Los pesos por eje adoptados para los buses y camiones del numeral anterior, se encuentran fundamentados en la información de referencia incluida en la Tabla 9.

Marca	Peso bruto máx. (t)	Peso por eje máx. (t)			FEC	
		Simple rueda simple	Simple rueda doble	Tándem	Flexible	Rígido
Busetas entre 5.5 y 8.5 t						
CHEVROLET NKR EURO IV	5.6	2.1	3.5	-	0.04	0.03
HYUNDAI COUNTY	6.7	2.6	4.1	-	0.09	0.06

JAC HK 6750	6.8	2.4	4.4	-	0.1	0.07
CHEVROLET NPR	7.5	2.4	5.1	-	0.17	0.13
JAC HK 6756	7.8	2.7	5.1	-	0.18	0.14
Buses de 2 ejes entre 8 y 11 t						
CHEVROLET NQR EURO IV	8.5	2.7	5.8	-	0.28	0.23
MERCEDES BENZ LO 910	9.1	3.2	5.9	-	0.32	0.27
JAC 6900	9.5	3.2	6.3	-	0.4	0.34
CHEVROLET FRR	10.4	3.3	7.1	-	0.62	0.57
ESCANIA TRANSCARIBE	11	3.5	7.5	-	0.78	0.73
Buses de 2 ejes entre 12 y 14.5 t						
MERCEDES BENZ ALIMENTADOR TRANSMILENIO	12.4	4.3	8.1	-	1.13	1.09
YUTONG ZK6858H9	13.7	4.2	9.5	-	1.97	2.07
JAC 6108	14.5	5.0	9.5	-	2.13	2.23
Buses de 3 ejes entre 17.5 y 20.5 t						
MERCEDES BENZ BUSSCAR 360	17.8	6.2	-	11.6	1.14	1.07
SCANIA 410 IB	19	5.7	-	13.3	1.17	1.1
Camiones pequeños de 2 ejes entre 5.5 y 8.5 t						
CHEVROLET NMR	5.6	2.1	3.5	-	0.04	0.03
FOTON AUMARK BJ1049	6	2.3	3.7	-	0.06	0.04
CHEVROLET NNR	6.3	2.3	4.0	-	0.07	0.05
HYUNDAI HD65	6.5	2.3	4.2	-	0.08	0.06
FOTON AUMARK BJ1051	7.4	2.6	4.8	-	0.14	0.1
CHEVROLET NPR	7.5	2.5	5.0	-	0.16	0.12
FORD CARGO 318	7.7	2.5	5.2	-	0.18	0.14
HYUNDAI HD 78	7.8	2.6	5.2	-	0.19	0.14
CHEVROLET NQR	8.5	2.5	6.0	-	0.31	0.26

Para la definición de las cargas por eje del bus tipo Alimentador se empleó el documento "*Determinación del peso por eje de los buses articulados y buses alimentadores del sistema TransMilenio"*, elaborado por la Universidad de los Andes en el marco del Convenio de Cooperación 034 de 2004 y para el bus tipo Alimentador Eléctrico se emplearon las cargas máximas por eje establecidas en la NTC 4901-3.

En el caso de los buses del sistema de transporte masivo, se utilizaron las cargas máximas establecidas en la Norma Técnica Colombiana NTC 4901-1. Para los camiones, se emplearon las cargas máximas dadas por el Ministerio de Transporte en la Resolución 4100 de 2004.

Mejoramientos de la subrasante

El método utilizado para el cálculo de mejoramientos de la subrasante, por efecto de granulares remanentes más profundos o nuevas capas de relleno, deberá entregar como salida el módulo equivalente. En función del número de ejes simples equivalentes se determinará el módulo resiliente mínimo de la subrasante mejorada, dando cumplimiento al siguiente criterio:

Ejes equivalentes (NESE)	Módulo resiliente de la subrasante mejorada (Mr)
≤ 1x107	≥ 30 MPa
> 1x107	≥ 50 MPa

El tipo de ligante para la estabilización o modificación de la subrasante se definirá según su aplicabilidad, de acuerdo con los criterios dados por las especificaciones ET-IC-01 en las secciones 420.3.1 (Tabla 420.1) y sección 421.3.2 (Tabla 421.1).

Identificación de sectores con suelos expansivos

Se deberá identificar el potencial de cambio volumétrico de los suelos con base en las propiedades índice (límites de Atterberg) y formular las recomendaciones de análisis y ensayos necesarios para la medición directa de dicho potencial en la fase de estudios y diseños. Para tal fin, deberá ajustarse como mínimo al siguiente procedimiento:

- Con base en la información secundaria (ver numeral 11.3.4.1) determinar indirectamente el potencial expansivo, de acuerdo con los criterios de la norma INV E-132-13 Determinación de Suelos Expansivos.
- Verificar la concordancia entre los ensayos que permiten establecer de manera indirecta el potencial expansivo de los suelos ejecutados (límites de consistencia y contracción) y de manera directa (expansión lineal en ensayo CBR, INV E-148-13) con el análisis de información secundaria de la viñeta anterior.
- Identificar sectores con potencial expansivo alto o muy alto y valores de expansión libre del ensayo de CBR superiores a 3%, con el fin de ampliar su investigación durante la fase de estudios y diseños.
- Para los sectores definidos en la viñeta anterior, se deberá plantear al menos dos posibles alternativas de tratamiento a nivel de pre dimensión.
- Con base en el análisis interdisciplinario (numeral 11.3.3) se deberá seleccionar la alternativa de tratamiento recomendada, con el propósito de ser cuantificada e incluida en el presupuesto.

Sectores Homogéneos de Diseño

Con base en el análisis de variabilidad de los parámetros físicos y mecánicos de la subrasante, tránsito, sección transversal, etc, se deberá presentar la definición de secciones de comportamiento homogéneo e identificarse las condiciones especiales del subsuelo que deban ser analizadas de manera independiente en cada caso particular. La definición de los sectores homogéneos deberá soportarse por medio de figuras, tablas, planos o esquemas que permitan verificar la homogeneidad del tramo y la descripción o análisis que conllevó a la sectorización.

Rigidez de los materiales

Los materiales considerados en los diseños de pavimentos y espacio público asociado, deberán acogerse en su totalidad al Documento ET-IC-01. En caso contrario, será obligación del consultor/contratista elaborar las especificaciones particulares a que haya lugar con fundamente en ensayos de laboratorio, diseño de mezclas y comprobación de la fórmula de trabajo mediante ensayos de desempeño. El módulo de rotura del concreto hidráulico será seleccionado de acuerdo con los criterios establecidos en el Documento ET-IC-01 Especificación 800-18 – Pavimentos de Concreto Hidráulico.

Los módulos dinámicos de las mezclas asfálticas y los materiales ligados con asfalto en caliente deberán ser seleccionados para la frecuencia acorde con la velocidad de operación promedio establecida por el estudio de tránsito y la temperatura de trabajo calculada en función de la media ponderada del ambiente en Bogotá. Cualquier predicción debe realizarse con un método que involucre la viscosidad, parámetro mejor relacionado con el desempeño que la penetración. En contratos de consultoría, se podrá consultar información que permita determinar el módulo dinámico/resiliente de las mezclas asfálticas para las condiciones de frecuencia y

temperatura del proyecto con el método de ensayo de la norma INV E-749-13 (Ensayo de tensión indirecta para determinar el módulo resiliente de mezclas asfálticas).

En ausencia de módulos dinámicos de laboratorio para los materiales estabilizados con asfalto en frio (emulsión o asfalto espumado) o con cemento hidráulico, la rigidez a considerar en el diseño podrá ser obtenida mediante correlaciones con las resistencias a la tracción indirecta y/o a la compresión simple mínimas establecidas en los artículos correspondientes de las especificaciones IDU ET vigentes. En el Numeral 11.1 se encuentran relacionados documentos técnicos IDU que pueden servir como fuente de consulta en la selección de los valores de rigidez de los materiales reciclados y/o estabilizados.

En cuanto a las bases y subbases granulares, en ausencia de ensayo de laboratorio, no se aceptará correlación entre el CBR mínimo de especificación y el módulo resiliente, el módulo de la capa puede ser estimado mediante correlaciones en función de su espesor y del módulo de la subyacente, para tal fin se sugiere Dormon & Metcalf (1965), Izatt, Lettier, y Taylor (1967) o ME-PDG (AASHTO, 2008).

Los coeficientes de aporte estructural para dimensionamiento por método empírico (AASHTO, 1993), deberán ser obtenidos con la utilización de las figuras relacionadas a continuación, en función del módulo adoptado para cada material (no al contrario).

Material	Especificación ET-IC-01	Figura Guía AASHTO 1993
Materiales granulares (no ligados)		
Base granular para vías vehiculares Base granular para vías vehiculares con agregados reciclados	510-18 511-18	2.6 pág. II-19
Subbase granular para vías vehiculares Subbase granular para vías vehiculares con agregados reciclados	510-18 511-18	2.7 pág. II-21
Materiales granulares ligados		
Base granular mejorada con cemento hidráulico Subbase granular mejorada con cemento hidráulico	520-18	2.8 pág. II-23
Base granular mejorada con emulsión asfáltica Subbase granular mejorada con emulsión asfáltica	521-18	Ver nota
Base granular mejorada con cemento asfaltico Subbase granular mejorada con cemento asfaltico	522-18	2.5 pág. II-18
Materiales granulares reciclados y ligados		
Base granular mejorada con MBR y cemento asfaltico Subbase granular mejorada con MBR y cemento asfaltico	530-18	2.5 pág. II-18
Base granular mejorada con MBR y emulsión asfáltica en planta o en sitio Subbase granular mejorada con MBR y emulsión asfáltica en planta o en sitio	531-18	Ver nota 1
Base granular mejorada con MBR y asfalto espumado Subbase granular mejorada con MBR y asfalto espumado	532-18	Ver nota 1
Base granular mejorada con MBR y cemento hidráulico en planta o en sitio Subbase granular mejorada con MBR y cemento hidráulico en planta o en sitio	533-18	2.8 pág. II-23
Mezclas asfálticas		
Mezclas asfálticas en caliente densa, semidensa y gruesa	620-18	2.5 pág. II-18
Mezclas asfáltica en caliente de alto modulo	621-18	Ver nota 2
Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con caucho por vía húmeda	625-18	2.5 pág. II-18
Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con caucho por vía seca	626-18	Ver nota 3
Materiales granulares remanentes (del sitio, no mejorados)	No aplica	2.7 pág. II-21

Notas:

1. Para granulares estabilizados con asfalto en frío (emulsión o espumado), consultor/contratista e interventor, definirán el uso de la Figura 2.5 o la 2.9 de la guía AASHTO/1993.

2. Como lo indica la recopilación de ensayos de laboratorio efectuada por la Entidad, el 90 % de las mezclas asfálticas en caliente analizadas supera los 5,000 MPa a 20 °C. Por tal razón, consultor/contratista e interventor deberán concertar la metodología para la obtención del coeficiente de aporte de las mezclas asfálticas, cuyo módulo en Bogotá supera el máximo de 3,000.

MPa de la Figura II-2.5 de la guía AASHTO 1993. Para tal fin, deben ser consultados los documentos Guide for design of pavement structures, Volume 2, Appendix GG (AASHTO, 1993), Recalibration of the asphalt layer coefficient (NCAT Report 09-03, 2009) y Pavement analysis (Ullidtz, Per, 1987).

3. Según la recopilación de ensayos de laboratorio incluida en la Figura 6. Curvas isotermas del módulo dinámico – Mezclas con GCR, el módulo dinámico de las mezclas con grano de caucho reciclado (GCR) tiende a ser menor que el de las mezclas con asfalto convencional. De igual manera, las investigaciones de la Entidad indican que el GCR conlleva una mejora de la resistencia a fatiga.

Pavimentos flexibles

En fase de factibilidad, se efectuará un dimensionamiento de las capas del pavimento aplicando el método empírico (Guide for design of pavement structures AASHTO 1993, Parte II, Figura 3.2), garantizando que el espesor de cada capa sea igual que el mínimo requerido sobre el módulo de la subyacente y que el número estructural total sea mayor que el requerido sobre la subrasante.

Para la definición del coeficiente de drenaje de los granulares no ligados, se utilizará la tabla 8.2 del "Manual de Diseño de Pavimentos para Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito" (INVIAS, 1998), o versión vigente, en función de la precipitación y que se muestra a continuación:

Precipitación (mm/año)	mi
< 2000	1
2000 - 4000	0,9
> 4000	0,8

Pavimentos rígidos Metodología de diseño

En fase de factibilidad, el dimensionamiento de pavimentos rígidos se efectuará aplicando el método empírico (Guide for design of pavement structures AASHTO 1993, Parte II, Figura 3.2). El módulo de rotura requerido por el método AASHTO es el valor promedio determinado después de 28 días de curado utilizando el ensayo de carga sobre tres puntos.

Teniendo en cuenta que el método AASHTO tiende a generar espesores muy superiores a los obtenidos con metodologías racionales, cuando el tránsito estimado sea superior a 50 millones de ejes equivalentes y en el caso de troncales del sistema de transporte masivo Transmilenio, se utilizará la metodología para diseño de pavimentos rígidos incluida en el documento Thickness design for concrete highway and street pavements (PCA, 1984) y en este caso, los lineamientos de diseño corresponderán a los definidos para la fase de Estudios y Diseños del presente documento.

Módulo de reacción de diseño

Con base en el CBR de la subrasante o el módulo resiliente de la subrasante mejorada (en caso que se considere mejoramiento y de acuerdo con lo establecido en el procedimiento descrito en el numeral.11.3.7.4.1.), se determinará el módulo de reacción de la subrasante. Posteriormente, con el módulo de reacción de la subrasante obtenido, se calculará el módulo de reacción combinado o de diseño.

Se podrán utilizar las tablas 1 y 2 del documento Thickness design for concrete highway and street pavements (PCA, 1984) o la Figura 3.3 (pág II-39), Parte II de la Guía AASHTO 1993 o en caso de utilizar dos o más materiales, se utilizará también el método AASHTO 1993 con un módulo ponderado de las capas intermedias o la aplicación disponible en http://apps.acpa.org/applibrary/KValue/. En caso de utilizar el método AASHTO y la aplicación de la ACPA, se deberá tener en cuenta la pérdida de soporte.

Capas anti-erosión

La recomendación de mezclas asfálticas bajo las losas de concreto hidráulico, no deberá ser considerada con efecto estructural, sino únicamente como capa anti-erosión. Únicamente cuando la tipología seleccionada sea rígida, contemple capa antierosión (según sus requerimientos de tránsito) y sea la única mezcla asfáltica planteada en el proyecto, se deberá dar cumplimiento al decreto 265 de 2016, empleando como máximo el 25% (o el mínimo requerido en el decreto) del volumen de mezcla asfáltica.

Para categorías de tránsito T1 (NAEE_80 < 2 millones), a menos que el consultor compruebe objetivamente, con modelos numéricos, que existe potencial de falla por erosión en las juntas transversales, no se aceptará el uso de capas anti-erosión.

De acuerdo con las recomendaciones para potencial de erosión de materiales de base y subbase (PIARC 1987), las conclusiones de las investigaciones locales desarrolladas por el IDU (Universidad de Los Andes, contrato 089 de 2009) y experiencias locales, para el caso de troncales y malla vial arterial, el material a utilizar deberá ser clase A (materiales extremadamente resistentes a la erosión), es decir, mezcla asfáltica densa en caliente.

Para vías no troncales ni arteriales, en caso de proponer granulares estabilizados en caliente con cemento asfáltico, como capa intermedia en los pavimentos rígidos, no será necesario incluir mezcla densa en caliente como capa anti-erosión.

Recomendaciones para juntas y refuerzo

Se incluirá el cálculo del dimensionamiento de las losas y de aceros (barras de amarre, dovelas de transferencia, canastillas y porcentaje estimado de losas irregulares).

Diseño de rehabilitación

En caso de haberse efectuado ensayos de diagnóstico se deberá presentar una tipologia que incluya la rehabilitación o utilización de parte de la estructura existente, en los demás casos, de ser posible se evaluará la tipologia con miras a ser evaluada en la fase de Estudios y Diseños.

Espacio Público

Las estructuras para espacio público se definirán de acuerdo con el numeral 6 "Procesos Constructivos" de la Cartilla de Andenes de Bogotá (SDP, 2018) y no serán objeto de análisis de tipologías. En cuanto a las

ciclorrutas, la capa de rodadura deberá respetar también la Cartilla, específicamente el menor de los tamaños máximos de las mezclas asfálticas densas incluidas en el Documento ET-IC-01 y el máximo espesor a compactar en una capa, que la especificación establece para dicha mezcla.

En el caso de los pompeyanos y las rampas de acceso a predios comerciales, deberá analizarse el número diario de vehículos pesados. En caso de ser superado el número de camiones considerado por la Cartilla de Andenes, deberá realizarse el diseño con base los criterios dados para diseño de pavimentos rígidos en el presente documento (numeral 11.4.8.9).

Evaluación de Tipologías de Pavimento

Se aclara que las tipologías son aquellas que involucren materiales diferentes en términos de rigidez y comportamiento mecánico. Se deberá presentar un dimensionamiento preliminar de al menos cuatro (4) tipologías de estructuras de pavimento, considerando como mínimo las siguientes:

- Una flexible.
- Una rígida.
- Una teniendo en cuenta la reutilización parcial del pavimento existente (Si aplica).

Así mismo, dos de las tipologías deberán ser las dos más favorables de la fase de prefactibilidad. Únicamente se evaluarán tres tipologías cuando se justifique técnicamente que no es viable implementar la flexible o la rígida.

Solamente se presentarán dos tipologías similares al pavimento existente, cuando la intervención sea parcial de calzada o corresponda a una ampliación, en la cual se pretenda dar continuidad o hacer intervención a un pavimento existente.

Con base en lo anterior, se debe seleccionar la tipología de pavimento que demuestre ser tanto técnica, como económicamente la más conveniente para las condiciones particulares de cada sector de diseño. La tipología seleccionada y recomendada debe quedar definida en las conclusiones del producto, con el fin de ser considerada en el presupuesto y planos o productos de los demás componentes.

Las estructuras para espacio público, por encontrarse definidas en la Cartilla de Andenes de Bogotá (SDP,2018), no serán objeto de análisis de tipologías.

Esquema de localización de los sectores de diseño definidos en el alcance

Se deberá presentar un "esquema de localización de los sectores de diseño" que muestre la implantación del proyecto, ubicando y nombrando las áreas correspondientes a cada sector diseño.

Análisis del potencial de reutilización de materiales reciclados y recomendaciones de implementación de residuos de construcción y demolición (RCD)

Se debe presentar el análisis para el empleo de materiales GCR y RCD según las disposiciones ambientales dadas en las Condiciones Técnico ambientales especiales del presente documento. Se debe indicar en cuáles capas es posible el empleo de dichos materiales y se debe incluir el cálculo que permita evidenciar que el diseño

cumple con los requisitos mínimos dados en la normativa ambiental. De igual manera, las cantidades de obra deben incluir los materiales GCR y RCD.

Especificaciones generales y particulares

Se deberán indicar claramente las especificaciones generales y/o particulares de cada actividad o material requerido para la construcción del pavimento. Las especificaciones deben acogerse a lo indicado en el documento IDU- ET-IC-01 a menos que se requiera una especificación particular, la cual, deberá encontrarse debidamente justificada.

Cantidades de Obra

Con el propósito de determinar el costo preliminar asociado a la implementación de las obras propuestas en cada una de las alternativas de proyecto analizadas en la fase de factibilidad, se deberán presentar los respectivos cuadros de estimación de cantidades de obra para la tipología de pavimentos seleccionada, los cuales deben estar soportados en las memorias de cálculo y planos correspondientes.

Se deben estimar las cantidades de obra para cada una de las vías que componen el alcance del proyecto. Las memorias de soporte de cantidades del componente deben incluir: materiales, espesores, longitud, ancho, áreas y abscisas de cada sector de diseño, a fin de posibilitar cualquier verificación. Cuando el cálculo de los volúmenes sea ejecutado por el componente de diseño geométrico, se deberán anexar las carteras y se deberá verificar que los espesores empleados coincidan con los definidos en el diseño de pavimentos.

Las cantidades estimadas para el presupuesto deben incuir: código, descripción, unidad, cantidad, según el visor "Precios Unitarios de Referencia (Visor Base de precios vigente)", que se encuentra disponible en el portal de la Entidad, al cual se puede acceder mediante el siguiente enlace: https://www.idu.gov.co/page/siipviales/economico/portafolio. Si el ítem requerido no se encuentra en la base de precios del IDU, en conjunto con el componente de presupuestos se deberá incorporar el ítem al presupuesto, siguiendo los requerimientos dados por el componente de presupuestos.

Las cantidades de materiales RCD y GCR deben discriminarse en las cantidades y en el presupuesto, incluyendo sus respectivos: código, descripción, unidad, cantidad (También según visor IDU). Además, deberá presentarse el cálculo que valide el cumplimiento del porcentaje mínimo requerido por la normativa ambiental.

Las cantidades deben incluir la totalidad de los ítems requeridos para la ejecución de los diseños propuestos, tales como: activades preliminares (excavación, fresado, demolición, transporte y disposición, nivelación y compactación -cuando aplique la actividad-), mezclas (asfálticas e hidráulicas), riegos (imprimación, liga), corte, sello, curado, aceros (dovelas, canastillas, amarre y refuerzo), mejoramientos (rajón, cal, cemento), sello, materiales granulares y estabilizados, filtros, subdrenes, geosintéticos, etc.

Se deben incluir cantidades para rodaduras de puentes vehiculares (cuyos espesores deben estar acordes con los diseños del componente de estructuras), ciclorutas, materiales bajo la superficie de espacio público (materiales granulares o estabilizados de apoyo, mejoramientos, geosintéticos, etc).

Las cantidades calculadas e incluidas dentro del documento entregable del componente de pavimentos deben coincidir con las presentadas en los productos del componente de presupuestos y armonizadas con los demás

componentes que las afecten, mencionen o incorporen, tales como: diseño geométrico, urbanismo, estructuras, etc.

Ponderación del Componente en la Matriz Multicriterio del Proyecto

Se deberá definir los criterios y umbrales de calificación que permitan realizar una evaluación objetiva e imparcial del componente de pavimentos y espacio público asociado, como parte del conjunto de áreas involucradas en el proyecto, por medio de la matriz multicriterio. Cuando el componente de pavimentos no sea incluido dentro de la Matriz Multicriterio del proyecto se deberá presentar la debida justificación técnica.

Riesgos Previsibles

Se deberán identificar y analizar los riesgos que pueden llegar a presentarse durante la ejecución de los estudios y diseños, para cada una de las alternativas que se plantean y analizar desde la factibilidad, indicando la posible solución a dichos inconvenientes. Así mismo, deberá identificar aquellos aspectos del componente de pavimentos que deban ser estudiados con mayor detalle y que puedan llegar a afectar el cronograma de obra que se defina para el proyecto.

Conclusiones y Recomendaciones

Se deben presentar en forma clara las conclusiones a que llegó el estudio, indicando las precisiones de éste, de igual manera, las sugerencias o aportes que genera el estudio para ser tenidas en cuenta, en las siguientes fases.

7. ENTREGABLES – FASE DE DISEÑOS

Para la elaboración de los diseños de este componente, el CONTRATISTA deberá delimitar el alcance de las propuestas al ámbito de trabajo definido por los entornos de cada uno de los parques a intervenir y de acuerdo con las respuestas de la consulta a entidades. Los productos, conclusiones y recomendaciones generados en el desarrollo de estos diseños deben ser consignadas en un (1) informe revisado y aprobado por la INTERVENTORIA, y posteriormente socializado a la SECRETARÍA DISTRITAL DE HÁBITAT (SDHT). El CONTRATISTA deberá elaborar como mínimo las siguientes actividades y/o productos:

7.1. PROPUESTA DE DISEÑO DE LAS SECCIONES VIALES REQUERIDAS POR EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO.

Incorporar propuestas para el manejo de tráfico y flujos peatonales, potenciar la activación de redes de espacios públicos y corredores de movilidad con relación al proyecto Cable Aéreo. Franjas funcionales, radios de giro, etc. Se debe garantizar la accesibilidad de vehículos de emergencia como ambulancias, vehículos de bomberos, vehículos de mantenimiento de las empresas de servicios públicos, accesibilidad vehicular a predios (según aplique), etc.

La fase de diseños comprende las actividades de evaluación y diagnóstico funcional y estructural de la infraestructura existente, complementación e implementación del plan de exploración geotécnico y de ensayos de laboratorio, aprobado por la interventoría, el diseño y análisis detallado de las estructuras de pavimento y espacio público definidas en la fase de factibilidad en el marco del principio de la economía, de acuerdo con las especificaciones de construcción IDU vigentes y dando estricto cumplimiento a las consideraciones generales

establecidas en el presente documento. Para la fase de diseños, se deberán realizar los ajustes, actualizaciones, complementaciones y/o elaboración de los estudios y diseños completos y de detalle que permitan dar cumplimiento al objeto contractual de este proyecto, así como el diseño detallado de la estructura de pavimento y su espacio público asociado.

En forma general, la fase de estudios y diseños definitivos, estará enfocada en definir el tipo de intervención requerida de acuerdo con las características de las estructuras existentes, realizar los estudios geotécnicos de la subrasante y demás materiales que integran la estructura de pavimento actual, elaborar de manera detallada el diseño de la estructura pavimento y espacio público asociado, garantizando la normativa ambiental y la política institucional del IDU en lo referente a la utilización de RCD y GCR.

Deberán determinarse las condiciones de carga o condiciones especiales del proyecto que requieran diseños y/o recomendaciones particulares (accesos a predios comerciales, pompeyanos, intersecciones, intercambiadores, orejas, conectantes, orejas manzana, paraderos de transporte público, etc.) y dimensionar las intervenciones necesarias.

Losas de concreto en zonas de intersecciones viales a nivel o bajo consideraciones especiales (zonas de estaciones y parqueos), deberán diseñarse teniendo en cuenta la sumatoria de los volúmenes vehiculares y detalles particulares de juntas (construcción, contracción y de expansión, entre otras). En el caso de vías nuevas, que no tienen Código de Identificación Vial (CIV), deberá realizarse el trámite requerido para la creación del CIV y su inclusión en el Servidor de Mapas del IDU.

7.2. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS A INTERVENIR

Incluir dentro del diseño, los estudios desde la sub-base hasta la capa de rodadura.

7.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO

Incluir materiales, proceso constructivo y las demás consideraciones necesarias para llevar con normalidad el proceso constructivo. Detalles constructivos basados en los lineamientos de las entidades distritales y la normatividad vigente. Incluir memoria de cálculo.

7.4. APROBACIÓN DE LOS TRÁMITES ANTE ENTIDADES COMPETENTES

Se deberá realizar el control y seguimiento de los trámites, atender las observaciones de manera oportuna, asistir a reuniones y talleres hasta la aprobación de los trámites. Así como la entrega en digital y físico de los permisos tramitados ante las autoridades.

7.1. REPRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Se debe entregar la cartografía del componente incluyendo el diseño vial en planos de localización y replanteo, ejes y coordenadas de localización, cuadro de áreas, detalles constructivos con especificaciones y cotas, radios de giro, pasos seguros sobre calzadas viales, secciones típicas de vías y perfiles urbanos. Diseño geométrico de vías vehiculares y/o peatonales de acuerdo con los diseños planteados para los parques.

Los siguientes documentos deberán ser remitidos al IDU para concepto según los términos contractuales, con previa revisión, verificación y aprobación de la interventoría:

- Documento o producto Entregable 1: "Informe de recopilación de información, plan de exploración y metodología". El documento deberá remitirse aprobado por parte de la interventoría y obtenerse concepto de recibido por parte del IDU al iniciar la etapa de estudios y diseños .
- Documento o producto Entregable 2: "Diseño de pavimentos de detalle". Deberá remitirse aprobado por parte la interventoría y obtenerse concepto de recibido por parte del IDU durante el desarrollo de la etapa de diseño.

El contenido mínimo de los anteriores documentos o productos entregables es el siguiente y la descripción de cada numeral se presenta en las secciones posteriores del presente documento:

No.	Entregables fase de diseño
1	Informe de recopilación de información, plan de exploración y metodología
1.1	Introducción, antecedentes y justificación, objetivos del componente, localización, descripción general del proyecto, relación de información obtenida.
1.2	Análisis interdisciplinarios previos.
1.3	Investigación, recopilación y análisis de información existente.
1.4	Inventario y diagnóstico preliminar de la infraestructura existente.
1.5	Plan de investigación geotécnica complementaria.
1.6	Plan de inventario y diagnóstico de vías (Metodología y ensayos a ejecutar, etc.).
1.7	Plan de inventario y diagnóstico de espacio público (Metodología, ensayos a ejecutar, etc.).
1.8	Metodología de diseño: fórmulas y procedimientos de cálculo, correlaciones, factores ajuste/corrección, funciones de transferencia y demás elementos de diseño; formulación y evaluación de tipologías.
1.9	Hoja de firmas, control de cambios y revisiones.
2.	Diseño de pavimentos de detalle
2.1	Introducción, antecedentes y justificación, objetivos del componente, localización, descripción general del proyecto, relación de información obtenida.
2.2	Definición del alcance del estudio y diseño de pavimentos (Teniendo en cuenta un análisis interdisciplinario integral del proyecto).
2.3	Resumen del Informe de Investigación, recopilación y análisis de información existente.
2.4	Resultados del inventario y diagnóstico de la infraestructura existente.
2.5	Resultados de la exploración geotécnica existente y complementaria (Registros de campo, registro fotográfico, resultados de ensayos de laboratorio firmados, cuadro consolidado, perfiles estratigráficos y planos de localización).
2.6	Análisis de la subrasante (Resistencia mecánica, módulo resiliente, mejoramientos, potencial de expansión, recomendaciones de estabilización, diseño de mezclas para estabilización química).
2.7	Análisis de las cargas del tránsito (Repeticiones por eje y Ejes equivalentes de 8.2 y 13 t).
2.8	Definición de sectores homogéneos de diseño.
2.9	Definición de módulos dinámicos/resilientes de los materiales propuestos (Resultado de la consulta de fuentes de materiales y/o de la información recopilada por el IDU).
2.10	Diseño de pavimentos (Vías, orejas, conectantes, conexiones operacionales, etc.).
2.11	Dimensionamiento preliminar de pavimentos flexibles (Método AASHTO/1993).
2.12	Diseño empírico-mecanicista de pavimentos flexibles (Cálculo de respuestas críticas, repeticiones admisibles y del daño relativo acumulado).
2.13	Diseño de pavimentos rígidos (Método PCA/1984).
2.14	Cálculo de esfuerzos y deflexiones en pavimentos rígidos.
No.	Entregables fase de diseño
2.15	Diseño de juntas, modulación de losas y detalles constructivos.
2.16	Evaluación de tipologías (Comparación técnica y económica que involucre costos de mantenimiento y definición de la recomendada).
2.17	Diseño de espacio público (Andenes, ciclorrutas, pompeyanos y rampas).

2.18	Memorias de cálculo.
2.19	Plano de localización de los sectores de diseño.
2.20	Recomendaciones de manejo de drenaje superficial y subsuperficial.
2.21	Concepto técnico que contenga el análisis del potencial de reutilización de materiales reciclados y recomendaciones de implementación de residuos de construcción y demolición (RCD), considerando los literales del Numeral 11.2.2.
2.22	Especificaciones generales y particulares.
2.23	Análisis de canteras y fuentes de materiales.
2.24	Proceso constructivo.
2.25	Plan de ensayos para diseño de mezclas, control de calidad de materiales y/o sobre el producto terminado.
2.26	Rutas de desvío del tránsito
2.27	Fase de mantenimiento (Actividades, cantidades y costos discriminados anualmente durante los primeros cinco años de operación).
2.28	Cantidades de obra para la tipología recomendada (En función de las áreas de espacio público y diseño geométrico).
2.29	Análisis de riesgos.
2.30	Recomendaciones técnicas y constructivas.
2.31	Conclusiones.
2.32	Informe final con sus respectivos anexos en medio magnético (*.xlsx. *:docx, *.dwg, crudos de memorias de cálculo y modelaciones).
2.33	Hoja de firmas, control de cambios y revisiones.

A continuación, se describe detalladamente el contenido de los diferentes aspectos que conforman los productos entregables:

Introducción, antecedentes y justificación, objetivos del componente, localización, descripción general del proyecto, relación de información obtenida.

Introducción: Información general sobre el contrato.

- Antecedentes y justificación: Información general sobre contratos anteriores o problemática que da lugar al proyecto, deberá basarse como mínimo en los estudios previos o el anexo técnico contractual.
- Objetivos del componente: descripción de los objetivos que se pretende cumplir con el producto.
- Localización: Plano o esquema y descripción de la ubicación general del proyecto.
- Descripción general del proyecto: Deberá incluir esquemas o imagenes con la implantación del proyecto en planta y secciones transversales típicas dentro del cuerpo del informe y una breve descripción.
- Relación de información obtenida: Listado de los contratos, convenios, etc, cuya información fue consultada para el desarrollo del producto.

Análisis Interdisciplinarios Previos

Consiste en la recopilación y análisis de la información de los demás componentes que intervienen en el proyecto y que pueden tener incidencia sobre el alcance de la intervención de la infraestructura de pavimentos existente o proyectada, con el fin de armonizar el diseño con los demás componentes y definir de manera óptima la exploración de campo. El análisis interdisciplinario previo NO se limitará a la transcripción de los productos de los demás componentes y únicamente se anexarán planos de otros componentes cuando se pretenda

mostrar algún tipo de análisis, que deberá encontrarse debidamente descrito dentro del cuerpo del producto entregable y con la correspondiente referencia al plano adjunto.

El análisis interdisciplinario previo deberá tener en cuenta los resultados de la fase de factibilidad con respecto a los demás componentes. Con anticipación al desarrollo de las actividades del diseño de pavimentos y espacio público asociado, se deberá presentar un análisis que como mínimo contenga las áreas y aspectos técnicos relacionados a continuación:

- **Geometría**. Análisis de los alineamientos en planta y perfil del proyecto (como mínimo de la fase anterior), a partir de los cuales debe definirse la posibilidad de aprovechamiento de la infraestructura existente.
- **Urbanismo**. Describir en detalle el alcance urbanístico de los proyectos y su relación con el componente de pavimentos.
- **Redes hidrosanitarias**. Análisis sobre el remplazo, traslado o construcción de alcantarillados pluviales/sanitarios con respecto a la intevención de la estructura de pavimento existente o proyectada, concluyendo a partir de ello el alcance de la intervención del pavimento y en consecuencia, la posibilidad de eludir actividades de diagnóstico para rehabilitación y proceder directamente al diseño de la reconstrucción. Puede emplearse la información de redes de la fase anterior (factibilidad).
- **Geotecnia.** Análisis de la propuesta del componente de geotecnia, en el caso en que se contemplen medidas de estabilización de la fundación de la calzada o rellenos, cuyo efecto conlleve también mejoramiento en la capacidad de soporte, o en aquellos donde las características orgánicas y/o de cambio volumétrico obliguen al remplazo de espesores mayores que el requerido para alcanzar el módulo de la subrasante mejorada. Se tomará como valor de diseño aquel que resulte de las recomendaciones de dicho componente.
- **Forestal.** Se debe evaluar el deterioro de la infraestructura existente o proyectada como consecuencia de la succión de la vegetación y socializar el concepto técnico resultante con el componente forestal, buscando que aquel gestione las soluciones o recomendaciones a que haya lugar (bloqueos, traslados, podas radiculares u otros).
- Se deberá presentar un plano que evidencie las posibles áreas aprovechables del pavimento existente, con base en la superposición de los planos suministrados por el componente de redes en la fase previa, la geometría del diseño conceptual del proyecto y la geometría existente, a partir de este plano se deberá proponer las mínimas longitudes, anchos y áreas, donde se pueda implementar la rehabilitación de las diferentes estructuras de pavimento existentes.

Se deberá presentar la conclusión del análisis con respecto a la intervención del pavimento existente y los aspectos a tener en cuenta para el planteamiento del plan de exploración.

Debido a que el "Análisis interdisciplinario previo" (Numeral 1.2 de la tabla de contenido de los productos entregables de la fase) de que trata el documento entregable 1 se efectúa al inicio de la ejecución de la fase, es posible que no se cuente con información precisa ni definitiva; por lo tanto, se efectuará la "Definición del alcance del estudio diseño de pavimentos" (Numeral 2.2 del entregable 2 de la tabla de contenido de los productos entregables de la fase) con base en la actualización del análisis interdisciplinario para efectuar los diseños a nivel de factibilidad y de estudios y diseños correspondientes al entregable 2.

Recopilación de Información, Inventario y Diagnóstico Preliminares

El fin de la investigación, recopilación y análisis de información existente, así como la ejecución del inventario y diagnóstico preliminar de la estructura existente es analizar y concluir sobre el alcance de la intervención de la infraestructura existente y la definición de aspectos a tener en cuenta para el planteamiento del plan de exploración. En consecuencia, el producto entregable deberá presentar claramente dicho análisis y definición aspectos y NO podrá limitarse únicamente a la transcripción de la información recopilada.

Investigación, Recopilación y Análisis de Información Existente

Consiste en la búsqueda o investigación, recopilación y posterior análisis de información relacionada con el proyecto. Puede tratarse de información de contratos anteriores de la misma zona o zonas cercanas, información de otras entidades, información de empresas privadas o públicas, etc, que permita establecer parámetros o criterios para el diseño del proyecto. El objetivo es llevar a cabo su análisis con respecto al componente de pavimentos, de manera que sea posible establecer aspectos para el planteamiento de la exploración de campo y criterios de diseño.

Por lo anterior, se deberá presentar claramente el análisis de la información recopilada y las conclusiones que se derivan, teniendo como mínimo que dar claridad (con las debidas justificaciones y soportes) sobre los siguientes aspectos:

- Descripción general de la información obtenida: Descripción del tipo de información obtenida (informe, plano, ficha, etc), datos generales del contrato (número, objeto, etc).
- Ubicación de la información recopilada con respecto al proyecto: Relacionar si la información se encuentra ubicada en la misma área del proyecto o cercana y ubicación en un plano (planta) del área que abarca la información recopilada con respecto al proyecto.
- Suficiencia de la información: Analizar si la información se encuentra completa o no y detallar la razón con sus debidos soportes.
- Aplicabilidad de la información: Definir si la información obtenida es aplicable al proyecto y al componente y su justificación.
- Necesidad de ser complementada: Determinar si la información requiere ser complementada con miras al desarrollo del proyecto en ejecución y su justificación.
- Anexos: Cuando la información no provenga del Repositorio Institucional del IDU, se deberá adjuntar de manera organizada y depurada únicamente la aplicable al componente de pavimentos.
- Cuando sea resultado de consulta en el Repositorio, se deberá incluir únicamente un listado que relacione el enlace de acceso generado por el Repositoro a los documentos empleados, el número del contrato al que pertenece y el aspecto consultado en ese enlace.
- Análisis con respecto a la fase de factibilidad y del anexo técnico general contractual: Establecer si se presenta o no información de campo y si la información requiere ser complementada.
- Análisis con respecto al plan de exploración: Evaluar si la información de campo obtenida requiere ser complementada o verificada y su justificación y plano (planta) con la ubicación de la información de campo recopilada.

La búsqueda, recopilación y análisis de información secundaria, deberá contemplar aspectos como: antecedentes de estudios de suelos, evaluaciones y diagnósticos de pavimentos, tránsito y en general todos

aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto, con el propósito de optimizar en la medida de lo posible la exploración y ensayos a ejecutar para factibilidad y diseño.

Se deberá revisar la información existente correspondiente a la investigación del subsuelo recopilada en otros contratos y que corresponda a los sectores analizados, la cual puede ser consultada en el Centro de Documentación del IDU o a través del Repositorio Institucional del IDU en el siguiente enlace: https://webidu.idu.gov.co/jspui/.

Como mínimo, pero sin limitarse a ello, **se debe consultar la información del Contrato IDU-1475-2017** y la demás que se indique en el Anexo técnico contractual.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta el Diagnóstico Básico e Índice de Condición de Estado del Espacio Público y Ciclorrutas, cuya información debe ser solicitada al IDU, como mínimo lo disponible en la dirección https://www.idu.gov.co/page/siipviales/geomatica/portafolio.

La información primaria incluye aquella específica del sitio de proyecto, no solo del contrato en ejecución. En proyectos con Estudios y diseños existentes la información debe ser utilizada y como máximo verificada.

Inventario y Diagnóstico Preliminar de la Infraestructura Existente

El objetivo del inventario y diagnóstico preliminar de la infraestructura existente en la fase de Estudios y Diseños es determinar la necesidad o no de diagnóstico de la vía. Consiste en llevar a cabo una visita de campo (que puede ser la visita inicial) durante la cual se observe (y registre fotográficamente) de manera general y preliminar el tipo y condición general del pavimento y espacio público asociado.

El inventario y diagnóstico preliminar a presentar deberá incluir como mínimo la siguiente información:

- Registro fotográfico: El registro deberá incluir la ubicación de la fotografía y breve descripción de lo que se pretende mostrar.
- Estado general del pavimento.
- Tipo de daños que se presentan (Ver procedimiento posterior).
- Posibles causas de los daños.
- Elementos adicionales que puedan afectar el pavimento: zonas verdes, árboles, taludes, estructuras (box culvert, accesos a puentes), zonas de rellenos, escombros, ubicación de sumideros, etc.
- Tipo de tráfico observado durante la visita: motos, automóviles, buses de servicio público, camiones, etc.
- Análisis sobre el posible aprovechamiento parcial o total de la estructura de pavimentos existente según su estado.
- Aspectos a tener en cuenta con respecto al plan de exploración de campo: ubicación de sitios críticos o especiales que requieran ser investigados en detalle y aplicabilidad de toma de información no destructiva.

Se deberá aplicar el siguiente procedimiento para determinar de manera preliminar el tipo de intervención que se podría requerir con el fin de establecer la necesidad o no de diagnóstico, se determinarán los daños del pavimento según la siguiente tabla:

Tipos de daño	
Flexible	**Rígido**
Fisuras	Fisuras
Grietas	Grietas
Deformaciones (ondulaciones, corrugación, abultamientos, hundimientos, ahuellamiento)	Losa dividida
	Escalonamiento
Huecos o baches	Daños en juntas

De manera aproximada, con base en una inspección visual, se establecerá y clasificará la extensión del área según la siguiente tabla:

Extensión área		
>50 %	50% a ≥ 25%	< 25%
Alta	Media	Baja

Para los daños y extensión determinados se establecerá el color asociado según la siguiente guía de código de color:

Daño predominante	Extensión	Color
Fisuras - grietas	Alta	Amarillo
	Media	Amarillo
	Baja	Verde
Deformaciones	Alta	Rojo
	Media	Naranja
	Baja	Amarillo
Losas subdivididas	Alta	Rojo
	Media	Naranja
	Baja	Amarillo
Huecos o baches	Alta	Rojo
	Media	Naranja
	Baja	Amarillo
Escalonamiento	Alta	Naranja
	Media	Amarillo
	Baja	Amarillo
Daños en juntas	Alta	Amarillo
	Media	Amarillo
	Baja	Verde

Para el código de color establecido se identificará la actividad predominante en la vía así:

Código en color	Actividad identificada predominante
Verde	Mantenimiento rutinario
Amarillo	Mantenimiento período
Naranja	Rehabilitación
Rojo	Reconstrucción

Diagnóstico de la Condición Global de Pavimentos en Servicio

Con anticipación a la ejecución de cualquier tipo de medición o ensayo, se elaborará el "inventario y diagnóstico preliminar de la infraestructura existente", referido en el numeral anterior. Posteriormente, en conjunto con el

Interventor, definirá la necesidad de ejecutar los demás ensayos requeridos para la elaboración del diagnóstico, los cuales deberán ser incluidos dentro del "Plan de inventario y diagnóstico de vías" y "Plan de inventario y diagnóstico de espacio público".

La ejecución de ensayos no destructivos (georradar y deflectometría) y el inventario de deterioros deben ser descartados en segmentos cuya actividad identificada predominante sea reconstrucción, geometría en planta y perfil se vea drásticamente modificada e impida conservar los materiales existentes, en el caso de pacificaciones viales que obliguen al cambio de la superficie de rodamiento y en proyectos que requieran excavaciones profundas para la construcción de obras hidráulicas o de estabilización geotécnica. Segmentos con presencia de escombros u otro tipo de contaminación en sus capas no deben ser objeto de ensayos no destructivos. Segmentos con evidencia de patologías relacionadas con fallas en las redes de alcantarillado pluvial o sanitario, deben ser evaluados por el área de redes hidro-sanitarias con anticipación a la ejecución de las demás fases de diagnóstico estructural del pavimento.

Debido a que, en general, para proyectos que no sean de conservación, sino que en su mayoría se trate de reconfiguraciones geométricas o trazados nuevos, que no permitan la reutilización de la superficie de las calzadas existentes, no se requiere la medición de parámetros como el Índice Internacional de Rugosidad y coeficiente de fricción o similares; en consecuencia, no se medirán estos parámetros. En caso que se considere indispensable su ejecución, se deberá presentar la justificación técnica indicando el empleo que pretende dar a los resultados de la medición dentro del diseño del pavimento.

En aquellas calzadas vehiculares cuya intervención consista en la pacificación y texturizado superficial no se ejecutará diagnóstico de pavimentos. Considerando que dicha intervención se encuentra definida por el componente de urbanismo y es ajena al de pavimentos, el remplazo de al menos la superficie de rodadura conlleva una rehabilitación con independencia del estado superficial actual, motivo por el cual, es innecesaria la ejecución del inventario de deterioros del pavimento.

La medición de deflexiones únicamente será aceptada en caso que el diseño de la rehabilitación del pavimento se lleve a efecto para las condiciones de humedad natural de la subrasante; en caso que se considere conveniente adoptar el escenario crítico de humedad (inmersión en ensayo CBR), los ensayos no destructivos perderían utilidad y su costo no será reconocido por la Entidad. En remplazo de los ensayos no destructivos, se ejecutará un estudio geotécnico enfocado a conocer los espesores y características de los materiales existentes para establecer la posibilidad de su reutilización.

Cuando se requiera, se deberán aplicar las versiones vigentes de los documentos: Guía IDU-IC-13 “Diagnóstico de pavimentos de la malla vial urbana y rural de Bogotá D.C.”, Guía GU-IC-15 "Metodología de diagnóstico y determinación del estado de los pavimentos y otros elementos del espacio público de Bogotá D.C" y Guía GU-IC-16 "Metodología de diagnóstico y determinación del estado de los pavimentos y otros elementos de las ciclorutas de Bogotá D.C". Adicionalmente, la información tomada y procesada debe consignarse en los formatos correspondientes, según el Documento GU-IC-10 "Guía Presentación y reportes de información de ensayos de campo y laboratorio y sus formatos asociados". (Formatos FO-IC-

31 Recopilación de resultados de ensayos diagnóstico superficial de pavimentos, FO-IC-32 Recopilación de resultados de ensayos diagnóstico funcional de pavimentos, FO-IC-33 Recopilación de resultados de ensayos diagnóstico estructural de pavimentos, FO-IC-34 Inventario de daños en pavimentos, FO-IC-37

Inventario de daños en pavimentos y evaluación de otros elementos en ciclorutas, FO-IC38 Inventario de daños en pavimentos y evaluación de otros elementos en el espacio público).

Condición superficial

La metodología a utilizar para establecer la condición superficial del pavimento, será la incluida en la norma ASTM D 6433 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys (versión vigente).

Además del cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI, en inglés) se debe reportar el porcentaje de área afectada con deterioros estructurales (piel de cocodrilo, baches, parches, etc.). El inventario de deterioros y el PCI deberán ser calculados por unidades de muestreo de 20±8 losas o 225±90 m2 en pavimentos rígidos o flexibles, respectivamente.

En caso de utilizar software para el cálculo del PCI, es obligación entregar los reportes correspondientes. Será obligación de la interventoría, verificar que no se presenten errores de procesamiento y cálculo por densidades que superan el rango de las curvas del método.

La clasificación por condición superficial, para un código de identificación vial (CIV), será la establecida en la siguiente tabla.

PCI	0-25	26-55	56-89	90-100
Preclasificación	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde
Código	D	C	B	A

Exploración destructiva – Apiques

La exploración destructiva será llevada a efecto dando estricto cumplimiento a lo dispuesto para el Estudio Geotécnico para Pavimentos del presente documento (Numeral 11.4.6).

Ensayos no destructivos – Deflexiones

Se utilizará la norma de ensayo INV E 798-13 Método para Medir Deflexiones Mediante Deflectómetro de Impacto, con una magnitud de carga de 40 kN. Como mínimo, serán ejecutadas tres repeticiones de carga; el interventor verificará que la diferencia entre mediciones no supere el 3 %. Es obligación reportar las mediciones de las temperaturas del aire, la superficie y el pavimento. Para pavimentos flexibles, los ensayos de deflexión serán ejecutados por CIV, con la frecuencia establecida en la siguiente tabla.

Longitud del elemento (m)	<50	50-100	100-150	150-200	200-250	>250
Número de deflexiones en pavimento flexible	1	2	3	4	5	1 cada 50m

Para el procesamiento, las deflexiones serán normalizadas por carga a 40 kN. Adicionalmente, se debe normalizar por temperatura la deflexión máxima, en función de la temperatura medida en el pavimento, según el procedimiento establecido en las páginas III-99 y III-100 de la Guía AASHTO 1993.

Para la corrección por temperatura de las deflexiones, se utilizará le temperatura del pavimento (no la de la superficie); en caso que no se mida esta última, es deber de la interventoría verificar la aplicación del método de BELLS (FHWA-RD-98-085), también descrito en la norma INVIAS E 788-07.

Evaluación estructural

Para diagnóstico, la evaluación estructural se llevará a efecto con base en los parámetros estructurales del método AASHTO-93 y para las condiciones de humedad in-situ. No se permitirá el uso de métodos alternativos para el cálculo de los parámetros estructurales (Rhode, Yonapave, etc.).

Para la evaluación estructural deberán ser considerados como materiales granulares remanentes (capas granulares de la estructura existente que se pretende conservar como parte de la estructura proyectada), aquellos cuya clasificación por sistema AASHTO sea A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7, A-3, de espesor mínimo de 30 cm, garantizando que los módulos sobre el sistema combinado de subrasante y granular remanente para el nivel de tránsito de la vía sean los presentados en la siguiente tabla:

Ejes simples equivalentes (NESE) de la vía	Módulo combinado de subrasante y granular remanente (MPa)
$\leq 1x10^7$	≥30 MPa
$> 1x10^7$	≥50 MPa

Así las cosas, el resultado del diagnóstico conlleva implícita la presencia de materiales granulares competentes, tanto en función de sus características geotécnicas como de su rigidez.

En virtud de lo anterior, se estará en obligación de conservar los granulares existentes más profundos y mejorar los superficiales como parte del diseño de rehabilitación a su cargo, dando así cumplimiento a las condiciones técnico-ambientales del presente documento (en el Numeral 11.2). Tanto la degradación por tránsito y clima, como el hecho de que las estructuras hubiesen sido construidas con especificaciones obsoletas, no deben ser argumentos para un eventual cambio de intervención de mantenimiento periódico a rehabilitación o de rehabilitación a reconstrucción, a menos que se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- El espesor de granulares remanentes, ubicados bajo una eventual capa granular o mejorada de refuerzo y sobre la subrasante natural, es menor que 0.3 m.
- Se comprueba, por medio de ensayos de módulo resiliente, ejecutados para la humedad óptima y la densidad máxima, que los materiales granulares existentes no cumplen con un módulo mínimo de 15,000 psi (100 MPa).
- En ningún caso serán recomendadas reconstrucciones totales en segmentos cuyo módulo de la subrasante de diseño, medido con ensayos de deflectometría, sea mayor que 50 MPa.

La Intervención definitiva deberá contar con la debida justificación técnica, en concordancia con el diagnóstico global del pavimento y en línea con las políticas distritales de desarrollo sostenible.

El módulo resiliente de la subrasante, obtenido a partir de las deflexiones, debe ser ajustado para efectos de diseño. Los coeficientes de variación de la relación módulo por retrocálculo/módulo de laboratorio presentadas en la Tabla 22 indican que las investigaciones realizadas para diferentes tipos de fundación no son contundentes; por lo tanto, los módulos de subrasante serán ajustados con el factor establecido en AASHTO 1993 (C= 1/3).

En caso que se considere necesario ajuste alguno del módulo de la subrasante por efectos de la humedad, será obligación de demostrar objetivamente que el grado de saturación del suelo y de los materiales será constante durante el periodo de diseño y acorde con el escenario de humedad por él propuesto.

En caso que el espesor total de la estructura sea limitado para el cálculo de los parámetros estructurales (es común que se haga a 0.7 u 0.8 m), se debe considerar el efecto del granular existente a partir de dicha profundidad como mejoramiento. En ese caso, debe utilizarse un factor de ajuste (C) del módulo resiliente de la subrasante mayor que el utilizado para los suelos finos (C= 0.5, según Tabla 22).

Ubicación	Relación Módulo por Retrocálculo / Módulo de Laboratorio	Coeficiente de variación de la relación de módulos(%)
Terraplén o suelo de subrasante bajo una capa de subbase estabilizada o suelo estabilizado.	0.75	13
Terraplén o suelo de subrasante bajo un pavimento flexible o rígido sin una capa de base o subbase granular.	0.52	37
Terraplén o suelo de subrasante bajo un pavimento flexible o rígido con una capa de base o subbase granular.	0.35	49

Fuente: ME-PDG (AASHTO, 2008)

La interventoría verificará que los parámetros estructurales característicos de cada CIV sean calculados como el promedio de la muestra recopilada.

En vista de la subjetividad del método de los componentes en función de la condición superficial, este no será admitido como indicador de la capacidad estructural del pavimento. Para el cálculo de la capacidad estructural requerida, serán utilizadas las constantes estadísticas y de serviciabilidad definidas en la siguiente tabla.

Confiabilidad	Índice de Servicio Inicial	Índice de Servicio Final	Desviación Estándar para rehabilitación
R	Po	Pt	So
Según numeral 11.4.8.1	4.2	2.5 para troncales y malla vial arterial; 2.0 para malla vial intermedia y local	0.49

Fuente: Guide for design of pavement structures (AASHTO, 1993)

Para fines de diagnóstico, en contratos de consultoría y construcción, la capacidad estructural requerida deberá ser calculada para el número de ejes equivalentes acumulados durante el periodo de diseño establecido en el presente documento (Numeral 11.4.8.2).

El índice estructural "Ie" (Número estructural efectivo/Número estructural requerido) de cada segmento vial será redondeado al múltiplo inferior de una décima. En forma similar a la condición superficial, el "Ie" permite identificar, en función de la posible vida remanente del pavimento, una preclasificación estructural, como la de la siguiente Tabla.

Índice Estructural	Ie<0.7	0.7≤Ie<0.9	0.9≤Ie<1.0	Ie≥1.0
Código	4	3	2	1

Condición global – Pavimentos flexibles

Partiendo de las preclasificaciones superficial y estructural, se define una clasificación denominada “clase”, en función de las posibles combinaciones de la siguiente Tabla.

Preclasificación				Calificación de la Condición		
Estructural		Superficial		Clase	Color	Intervención
Rango	Código	PCI	Código			
Ie< 0.7	4	0-25	D	4D	Rojo	Reconstrucción
		26-55	C	4C	Rojo	
		56-89	B	4B	Rojo	
		90-100	A	4A	Verde	Mantenimiento Rutinario
0.7≤ Ie< 0.9	3	0-25	D	3D	Naranja	Rehabilitación
		26-55	C	3C	Naranja	
		56-89	B	3B	Naranja	
		90-100	A	3A	Verde	Mantenimiento Rutinario
0.9≤ Ie< 1.0	2	0-25	D	2D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-55	C	2C	Amarillo	
		56-89	B	2B	Amarillo	
		90-100	A	2A	Verde	Mantenimiento Rutinario
Ie≥ 1.0	1	0-25	D	1D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-55	C	1C	Amarillo	
		56-89	B	1B	Amarillo	
		90-100	A	1A	Verde	Mantenimiento Rutinario

Condición global – Pavimentos rígidos

Para pavimentos rígidos, se clasificará únicamente a través del estado superficial (PCI):

PCI	0-25	26-55	56-89	90-100
Preclasificación	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde
Código	D	C	B	A
Intervención	Reconstrucción	Rehabilitación	Mantenimiento Periódico/ Rutinario	Mantenimiento Periódico/ Rutinario

Estudio Geotécnico para Pavimentos y Espacio Público Asociado

Su objetivo es la toma de muestras y la ejecución de ensayos que permitan determinar las principales características de los suelos de subrasante y de las capas que conforman la estructura del pavimento, cuando éstas existan; en caso contrario, bastará solamente con la subrasante.

Es obligación de la interventoría y del consultor/contratista dar cumplimiento a los lineamientos para la selección, validación y seguimiento de los laboratorios de ensayos, según Documento ET- IC-01, Especificación 103-18.

Plan de investigación geotécnica complementaria

Con base en el diagnostico preliminar y la información secundaria recopilada, para la fase de estudios y diseños se deberá proyectar un plan de exploración complementario. El plan de exploración consiste en la determinación de los trabajos de campo y ensayos de campo y laboratorio necesarios para la obtención de los parámetros requeridos para el diseño. Dicho plan de investigación deberá contener como mínimo la siguiente información (que se detalla en los párrafos posteriores):

- Aspectos del "análisis interdisciplinario previo", "investigación, recopilación y análisis de información existente" e "inventario y diagnóstico preliminar de la infraestructura existente", tenidos en cuenta para plantear la exploración.
- Plano en planta con la ubicación (discriminada) de los trabajos de campo a realizar y los obtenidos a partir de la recopilación de información existente. La planta corresponderá a la superposición de la topografía con la planta geométrica proyectada con el fin de validar la ubicación de la exploración propuesta.
- Tabla de ensayos propuesta: deberá contener como mínimo el nombre del ensayo, norma de ensayo, parámetro que arroja el ensayo, parámetro de diseño que se obtiene.
- Balance financiero.

En caso que el consultor/contratista considere necesarios exploraciones o ensayos adicionales a los establecidos en presente documento (Numerales 11.4.6.2 y 11.4.6.3), deberá someterlos a aprobación de la interventoría y revisión del IDU según los términos contractuales con anticipación a su ejecución. En caso de ejecutarse exploración o ensayos sin sustento técnico, o en caso de que se repitan los existentes en estudios previos, el consultor/contratista asumirá su costo.

La exploración adicional que se plantee, únicamente será ejecutada en sitios donde no exista información primaria, donde esta sea insuficiente o se requiera corroborar información específica.

Con anticipación a la ejecución de los trabajos de campo, los planes complementarios de investigación del subsuelo en cada una de las fases del proyecto deberán ser aprobados por la interventoría y ser presentados a la Dirección Técnica de Proyectos del IDU para su revisión según los términos contractuales.

Los planes de investigación geotécnica deberán presentarse debidamente justificados desde el punto de vista técnico, soportado con el plano de localización de apiques existentes y adicionales, información que deberá ser referenciada en cuanto a coordenadas, cotas y abscisado se refiere.

El plan de exploración del subsuelo deberá tener en cuenta la información de redes existentes de las empresas de servicios públicos, dado que todos los daños causados durante el proceso de exploración deberán ser asumidos por el consultor/contratista, sin que esto exima del cumplimiento de los requisitos mínimos estipulados en el presente documento.

El Balance financiero deberá indicar (según aplique contractualmente: de la propuesta o del listado de precios del IDU, etc.) el código de ítem, descripción, cantidad, unidad de medida, valor unitario, valores totales, subtotal y balance con respecto a la bolsa destinada para ensayos. Adicionalmente, deberá indicar la procedencia del ítem (oferta económica, listado de precios IDU con fecha de consulta, No previsto, etc.). El visor "Precios Unitarios de Referencia (Visor Base de precios vigente) puede consultarse en la página de la Entidad, en el enlace: https://www.idu.gov.co/page/siipviales/economico/portafolio. Se deberán anexar las capturas de pantalla del listado de precios que incluyan la fecha de consulta y la información incluida en el balance financiero.

El Consultor/contratista deberá revisar en conjunto con el interventor, con base en el contrato, si alguno de los ensayos requeridos corresponde a un "Ítem No Previsto", y manifestarlo claramente dentro del plan de exploración. En caso afirmativo se deberá seguir el procedimiento previsto en el mismo contrato y en el Manual de Interventoría para la inclusión contractual de dicho ítem, previo a su ejecución. Cuando se sobrepase el valor total de la bolsa destinada para ensayos, se deberá tramitar la adición correspondiente previo a la ejecución de las actividades.

Considerando que, para la ejecución de la exploración geotécnica para evaluación y diseño de pavimentos y la ejecución de ensayos no destructivos, se requiere interrumpir los flujos vehiculares, se hace necesario que el consultor/contratista elabore los planes de manejo de tráfico necesarios y tramite su aprobación ante la Secretaria Distrital de Movilidad, a fin de minimizar el impacto a la movilidad en la zona del proyecto.

Informe de Cobro de Trabajos de Campo y Ensayos de Laboratorio

Posteriormente, para el pago de los análisis de precios unitarios correspondientes a las exploraciones geotécnicas y ensayos de laboratorio, se deberá presentar un informe que contenga:

- Cuadro resumen de cantidades ejecutadas incluyendo: unidad, código de ítem, descripción y precios contractuales (con fecha de consulta en el visor si esto aplica).
- Soporte de los ítems que se pretende cobrar, tales como: reporte de los trabajos de campo realizados, reportes de ensayos de laboratorio firmados por el laboratorista y jefe de laboratorio, etc.
- Certificados de calibración de equipos de laboratorio, protocolo de manejo, transporte, ensayo y conservación de muestras de campo y registro fotográfico.
- Comunicación de concepto de conformidad del plan de exploración del subsuelo por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU.

Frecuencia de exploración

El plan de exploración deberá encontrarse acorde con las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público para Bogotá D.C. del IDU. (ET-IC-01), en aras de ejecutar la exploración estrictamente necesaria y, con base en ella, particularizar análisis

complementarios. Los apiques ejecutados deberán ser referenciados a la nomenclatura urbana, por coordenadas y por abscisas.

Se entiende por apique una excavación cuyas dimensiones permitan la identificación y caracterización de las capas de pavimento existente y la toma de muestras para la caracterización de la subrasante, aclarando además que luego de cualquier intervención efectuada durante las actividades de campo, se deberán restituir las condiciones originales con el fin de garantizar la movilidad y seguridad en las zonas intervenidas, sin ninguna clase de costo adicional para el IDU. Serán responsabilidad exclusiva del Consultor/Contratista los daños causados a terceros en el evento de que se presente un accidente a un vehículo o peatón por causa de la ejecución de las exploraciones anteriormente descritas. Es indispensable además presentar dentro de los informes respectivos, un cuidadoso registro fotográfico de estos trabajos, en donde se evidencie el sector de toma de exploración y cada una de las capas identificadas en el apique.

Además, para la exploración geotécnica de pavimentos, se debe tener en cuenta la base de datos que maneja la Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación del IDU, con la finalidad de poder utilizar la información por CIV que ya tiene registrada la Entidad de la ciudad.

Ensayos a ejecutar

Se recuperarán muestras para la ejecución de los siguientes ensayos, según la frecuencia y aplicabiliad dada a continuación:

Norma INVIAS	Descripción	Frecuencia	Aplicable a
E-122	Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelo, roca y mezclas de suelo-agregado	En cada apique	Por capa/estrato
E-123 E-213 E-214	Determinación del tamaño de las partículas de los suelos. Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino. Determinación de la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en los agregados pétreos mediante lavado.	En cada apique	Por capa/estrato
E-126	Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	En cada apique	Por capa/estrato
E-125	Determinación del límite líquido de los suelos	En cada apique	Por capa/estrato
E-181	Sistema unificado de clasificación de suelos para propósitos de ingeniería	En cada apique	Por capa/estrato
E-180	Clasificación de suelos y de mezclas de suelos y agregados con fines de construcción de carreteras (Sistema AASHTO)	En cada apique	Por capa/estrato
E-148	CBR de los suelos sobre muestra inalterada	Alternado, un apique De por medio	Subrasante

E-127	Determinación de los factores de contracción de los suelos	Cada 200 m, alternado con determinación de suelos expansivos	Subrasante (Ver notas)
E-132	Determinación de suelos expansivos	Cada 200m, alternado con el ensayo de factores de contracción	Subrasante (Ver notas)
E-121	Determinación del contenido orgánico de un suelo mediante el ensayo de pérdida por ignición.	Cada 200m, Alternado con el ensayo permanganato potásico	Subrasante
UNE 103204	Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.	Cada 200m, alternado con el ensayo de pérdida por ignición	Subrasante
E-148	CBR de los suelos compactados en laboratorio	Alternado, un apique de por medio	Granular
E-161	Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena	Se ejecutará en el mismo estrato y apique donde se pretenda ejecutar el ensayo CBR de suelos compactados en laboratorio	Granular
E-156	Módulo resiliente de suelos y agregados (Subrasante).	Por sector (Ver notas)	Por sector (Ver notas)
E-156	Módulo resiliente de suelos y agregados (Bases)	Por fuente (Ver notas)	Por fuente (Ver notas)
E-156	Módulo resiliente de suelos y agregados (Subbases)	Por fuente (Ver notas)	Por fuente (Ver notas)

Nota 1: Los ensayos de módulo resiliente (en granulares y subrasante) únicamente serán ejecutados en proyectos de longitud mayor de 500 m continuos de calzada vehicular.

Nota 2: El módulo resiliente en subrasante se ejecutará por sector homogéneo o en un mínimo dos puntos. Deberá ejecutarse en muestra tomada de un apique donde se haya ejecutado ensayo de CBR.

Nota 3: El módulo resiliente en bases y subbases se ejecutará como mínimo para una fuente de materiales y se llevará a cabo un ensayo por cada material (base y subbase).

Nota 4: Los demás ensayos requeridos para la caracterización de las fuentes de materiales, pueden ser los que suministren las canteras analizadas.

Nota 5: Los ensayos de contracción y expansión, con independencia del tipo de proyecto (construcción, rehabilitación o mejoramiento), serán ejecutados de manera que queden

alternados cada 100 m, un apique con ensayo de factores de contracción y un apique con ensayo de determinación de suelos expansivos.

De manera opcional también podrán emplearse los siguientes ensayos, indicando la justificación de su ejecución:

Norma INVIAS	Descripción	Aplicable a
E-120	Determinación del potencial de cambio volumétrico de un suelo empleando el aparato de Lambe	Subrasante
E-182	Clasificación de la fracción fina de un suelo a partir de su valor de azul de metileno	Subrasante
E-162	Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del balón de caucho	Granulares
E-164	Determinación de la densidad y el contenido de agua del suelo y del suelo-agregado en el terreno empleando medidores nucleares (Profundidad reducida)	Granulares
E-146	Determinación de los valores de equilibrio de la masa unitaria (Densidad) seca y de la humedad de un suelo de subrasante)	Granulares

Para la evaluación de pavimentos en servicio, la ejecución de ensayos de capacidad de soporte en capas granulares estará sujeta a los resultados de los ensayos de granulometría y plasticidad. En caso que, con base en la clasificación de los materiales, se concluya que las capas estructurales no pueden ser reutilizadas, recicladas o estabilizadas, dichas pruebas no serán ejecutadas ni su costo reconocido.

De llegar a encontrarse suelos de subrasante tipo arena o grava, en los cuales no sea posible hincar el molde para ensayo inalterado, se procederá con muestra compactada en laboratorio para los niveles de densidad del ensayo Proctor. El CBR de diseño será establecido para la densidad del suelo en el terreno o humedad de equilibrio del suelo.

En caso de utilizar el deflectómetro liviano (LWD), el reporte de ensayo en cada punto de medición debe incluir registro fotográfico y especificar la profundidad a la cual corresponde el módulo medido. Para fines de diseño, se debe analizar la correspondencia entre la carga de ensayo y el nivel de esfuerzos esperado en el conjunto de las capas estructurales; preferiblemente, el ensayo debería ser ejecutado para tres niveles de esfuerzo.

Se deberá presentar para cada ensayo propuesto: su nombre, norma de ensayo, parámetro que arroja y parámetro que se empleará en el diseño. Cuando se requiera algún ensayo que no se encuentre previsto en el presente documento, será necesario justificar técnicamente su necesidad indicando además de los requisitos anteriores, su relevancia para el proyecto y en el diseño, así como el análisis que permita evidenciar que no es posible determinar el parámetro con ninguno de los ensayos previstos en este documento o su mayor idoneidad.

Se deberá presentar el plan de calidad específico para el proyecto, en donde se evidencie la forma en que se dará cumplimiento a los requisitos establecidos por su sistema de gestión de calidad, en especial, lo referente al numeral de equipos de inspección, medición y ensayo, al igual que los planes de calibración y ajuste correspondientes. En tal sentido, los equipos utilizados para la verificación de características geotécnicas en fase de diseño, deberán estar calibrados en un laboratorio acreditado para tal fin, los certificados de calibración de dichos equipos, deben ser entregados para su aprobación al Interventor, antes de que el equipo sea utilizado.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que se requiere la ejecución de ensayos (los previstos en esta sección y los demás que estén contemplados en el plan de exploración), éstos deberán contar con la acreditación del

organismo competente, como la ONAC, o con las normas ISO/IEC 17025:2005 o ISO 9001:2008, o versiones más recientes, que aseguren la adecuada medición e identificación de los atributos técnicos objeto de evaluación. Los certificados de acreditación o de idoneidad, deberán ser entregados al interventor antes de la realización de los ensayos, esto con la finalidad de que la Interventoría tenga aprobado el laboratorio de suelos y pavimentos previo al inicio del desarrollo del proyecto.

Es obligación de la interventoría y del consultor/contratista dar cumplimiento a los lineamientos para la selección, validación y seguimiento de los laboratorios de ensayos, según Documento ET-IC-01, Especificación 103-18.

Resultados de la exploración geotécnica existente y complementaria

La información geotécnica deberá ser consolidada en perfiles estratigráficos, incluyendo las propiedades físicas y mecánicas de cada una de las capas/estratos identificados durante los trabajos de campo.

Los resultados de los ensayos de laboratorio (existentes y complementarios) deberán consolidarse en una tabla resumen (Formato: "Recopilación resultados ensayos de exploración geotécnica pavimentos", código FO-IC-40), incluyendo como mínimo y sin limitarse a ello: número de apique y muestra, abscisa, coordenadas, CIV, profundidad, descripción, clasificación (USCS y AASHTO), humedad, granulometría, límites de Atterberg, CBR inalterado natural y sumergido, expansión, etc. Deberá presentarse en formato editable y no editable firmado.

Los registros de campo y de resultados de ensayos deberán presentarse en su totalidad en un anexo debidamente organizados y firmados por los responsables de su elaboración. Se deben incluir en el anexo los certificados de calibración de los equipos de laboratorio.

Se debe incluir el registro fotográfico que evidencie la ejecución de las exploraciones. Se debe presentar el plano de ubicación final de los trabajos de campo ejecutados y existentes (diferenciándolos mediante convenciones). El plano en planta donde se ubiquen los trabajos de campo corresponderá a la superposición de la topografía con la planta geométrica proyectada.

Metodología de diseño de detalle

Consiste en la descripción de las metodologías y criterios de diseño que se emplearán para el desarrollo del diseño de la fase. Ya que pueden presentarse cambios durante el desarrollo del proyecto, se entiende que son de caracter preliminar y que algunos pueden requerir de ajuste durante el diseño; sin embargo, se deberá definir la mayor cantidad de parámetros de diseño que sea posible, teniendo en cuenta los lineamientos dados en el presente documento, con el objetivo de que sean discutidos y evaluados en conjunto con la interventoría y de esta manera evitar reprocesos o discusiones durante el desarrollo de los diseños. De acuerdo con lo anterior, NO se considerará como metodología la transcripción de los lineamientos de diseño dados en el presente documento sino su análisis, evaluación y definición.

Los parámetros que se deberán plantear incluyen: criterios de diseño, fórmulas o ecuaciones de cálculo de parámetros de mejoramiento, procedimientos y metodologías de cálculo, funciones de transferencia a emplear, factores de ajuste/corrección, correlaciones (por ejemplo, entre CBR y módulo), tipologías de pavimento y criterios para su evaluación y demás elementos de diseño que se pretenda emplear.

Lineamientos Generales para Diseño de Detalle

Con base en la información obtenida de la investigación geotécnica y de materiales para pavimentos y espacio público asociado, la documentación técnica que soporta el presente proyecto, la magnitud y composición del tráfico resultante de los estudios de tránsito aprobados por la SDM para este proyecto, los resultados de la evaluación y diagnóstico de los segmentos viales, en donde se debe determinar cuál es la capacidad estructural y de soporte actual de la estructura de pavimento existente, así como también de la subrasante y demás capas que la integran, se deberá dimensionar y diseñar en detalle la estructura de pavimento que se implementará en fase de obra.

Se deberán proponer técnicas de reutilización y estabilización de materiales de común aplicación en el medio local. En caso contrario, se estará en la obligación de presentar experiencias que demuestren al IDU los beneficios técnicos y la disponibilidad en el mercado de diversidad de proveedores, fuentes o plantas de producción.

Para el diseño de estas tipologías se deberán tener en cuenta todas las variables hidráulicas que puedan afectar la durabilidad de las obras, tales como precipitación, ubicación del nivel freático, obras de drenaje y de sub-drenaje.

A continuación, se presentan las consideraciones generales establecidas para la elaboración del diseño de pavimento, sin que con esto se exima al consultor/contratista de elaborar un estudio apropiado y confiable y acorde con las necesidades del proyecto.

Confiabilidad

Teniendo en cuenta las recomendaciones de la Guia AASHTO 1993, numeral 2.1.3 Confiabilidad, la confiabilidad del diseño debe coincidir con la establecida a continuación:

- Troncales: 95 %
- Malla vial arterial: 90 %
- Malla vial intermedia: 85 %
- Malla vial local: 80 %

El tipo de vía puede consultarse en el Sistema de Información Geográfica del IDU - SIGIDU (https://geoportal-idu.hub.arcgis.com/)

Periodo de diseño

Se deberá considerar el periodo de tiempo transcurrido desde el final de la fase de estudios y diseño, el necesario para la estructuración del contrato de obra y el de ejecución de las obras, a fin de establecer el año de inicio de la fase de operación de la estructura de pavimento. El periodo de diseño a considerar en fase de estudios y diseños, en función del tipo de superficie, debe ser:

- Pavimentos rígidos: 20 años
- Pavimentos flexibles: 10 años

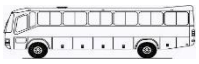
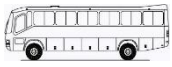
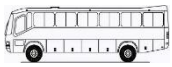
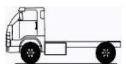
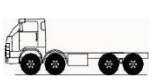
Análisis de las cargas del tránsito

El tránsito promedio diario por tipo de vehículo y su proyección anual deben corresponder con el resultado del "Informe de Cálculo de Tránsito Promedio Diario" presentado en el componente de tránsito y aprobado por la interventoría del componente de tránsito. El informe y su aprobación deberán anexarse en el producto de pavimentos. En el caso de proyectos que involucren buses Transmilenio o del SITP, se debe incluir la comunicación a partir de la cual se determinan y proyectan las frecuencias y tipo de buses del sistema.

Se deberá entregar el cálculo del Número de Ejes Simples Equivalentes (NESE), para el caso de pavimentos flexibles o rígidos, cálculo que deberá obedecer a los resultados de la estimación del tránsito promedio diario (TPD) y su proyección durante el periodo de diseño. La configuración y pesos por eje de la flota vehicular para diagnóstico, evaluación y diseño serán los establecidos en los numerales siguientes.

Configuración vehicular

La configuración a utilizar para al diseño y evaluación de pavimentos flexibles y rígidos, será la ilustrada en la siguiente tabla, que se encuentra en concordancia con la normatividad legal vigente en el país:

Configuración			Peso Máximo por eje (ton)			Peso Máximo Bruto (ton)
			1	2	3	
Colectivo y Buseta (C, BT)			2.5	5		-
Bus, bus especial e inter/pal (B, ESP, INT)			3.5	7.5		-
Alimentador, Padrón Convencional (AL)			6	11		-
Alimentador, Padrón Eléctrico (AL EL)			7.5	12.5		-
2P			2.5	6		-
2G			5	11		16
C3			6	22		28
4			14	22		36

2-S1			5	11	11	27
2-S2			5	10	17	32
2-S3			6	11	23.5	40.5
3-S1			5	14	10	29
3-S2			5	21.5	21.5	48
3-S3			6	22	24	52

NOTA: En caso de que se identifiquen categorías especiales o relevantes de vehículos comerciales también se deberán discriminar. Caso en el cual, para buses, puede emplearse para el cálculo de los factores de equivalencia de carga, la información de referencia contenida en la Tabla anterior o para buses y camiones pueden consultarse las fichas técnicas de los buses que se espera transiten por la vía.

Información de referencia para la determinación de cargas por eje

Los pesos por eje adoptados para los buses y camiones del numeral anterior, se encuentran fundamentados en la información de referencia incluida en la Tabla 9.

Marca	Peso bruto máx. (t)	Peso por eje máx. (t)			FEC	
		Simple rueda simple	Simple rueda doble	Tándem	Flexible	Rígido
Busetas entre 5.5 y 8.5 t						
CHEVROLET NKR EURO IV	5.6	2.1	3.5	-	0.04	0.03
HYUNDAI COUNTY	6.7	2.6	4.1	-	0.09	0.06
JAC HK 6750	6.8	2.4	4.4	-	0.1	0.07
CHEVROLET NPR	7.5	2.4	5.1	-	0.17	0.13
JAC HK 6756	7.8	2.7	5.1	-	0.18	0.14
Buses de 2 ejes entre 8 y 11 t						
CHEVROLET NQR EURO IV	8.5	2.7	5.8	-	0.28	0.23
MERCEDES BENZ LO 910	9.1	3.2	5.9	-	0.32	0.27
JAC 6900	9.5	3.2	6.3	-	0.4	0.34
CHEVROLET FRR	10.4	3.3	7.1	-	0.62	0.57
ESCANIA TRANSCARIBE	11	3.5	7.5	-	0.78	0.73
Buses de 2 ejes entre 12 y 14.5 t						
MERCEDES BENZ ALIMENTADOR TRANSMILENIO	12.4	4.3	8.1	-	1.13	1.09
YUTONG ZK6858H9	13.7	4.2	9.5	-	1.97	2.07
JAC 6108	14.5	5.0	9.5	-	2.13	2.23
Buses de 3 ejes entre 17.5 y 20.5 t						

MERCEDES BENZ BUSSCAR 360	17.8	6.2	-	11.6	1.14	1.07
SCANIA 410 IB	19	5.7	-	13.3	1.17	1.1
Camiones pequeños de 2 ejes entre 5.5 y 8.5 t						
CHEVROLET NMR	5.6	2.1	3.5	-	0.04	0.03
FOTON AUMARK BJ1049	6	2.3	3.7	-	0.06	0.04
CHEVROLET NNR	6.3	2.3	4.0	-	0.07	0.05
HYUNDAI HD65	6.5	2.3	4.2	-	0.08	0.06
FOTON AUMARK BJ1051	7.4	2.6	4.8	-	0.14	0.1
CHEVROLET NPR	7.5	2.5	5.0	-	0.16	0.12
FORD CARGO 318	7.7	2.5	5.2	-	0.18	0.14
HYUNDAI HD 78	7.8	2.6	5.2	-	0.19	0.14
CHEVROLET NQR	8.5	2.5	6.0	-	0.31	0.26

Para la definición de las cargas por eje del bus tipo Alimentador se empleó el documento "*Determinación del peso por eje de los buses articulados y buses alimentadores del sistema TransMilenio"*, elaborado por la Universidad de los Andes en el marco del Convenio de Cooperación 034 de 2004 y para el bus tipo Alimentador Eléctrico se emplearon las cargas máximas por eje establecidas en la NTC 4901-3.

En el caso de los buses del sistema de transporte masivo, se utilizaron las cargas máximas establecidas en la Norma Técnica Colombiana NTC 4901-1. Para los camiones, se emplearon las cargas máximas dadas por el Ministerio de Transporte en la Resolución 4100 de 2004.

Información climática

Se debe consultar ante el IDEAM, como mínimo, datos históricos de temperatura y precipitación. A partir de la cual, se determinará la temperatura media ponderada del aire y, en función de ella, la temperatura de trabajo de la mezcla. La precipitación media anual será utilizada para determinar los coeficientes de drenaje del método AASHTO.

Subrasante

En el caso de proyectos de diseño y/o construcción, el módulo de la subrasante característico adoptado para el diseño, deberá ser obtenido a partir de resultados de ensayo de relación de soporte de California (CBR, norma de ensayo INV E-148). En los proyectos que se haya ejecutado ensayo de módulo resiliente según los requisitos dados en el presente documento (numeral 11.4.6.3), para cada sector homogéneo en función del tipo de subrasante, se validará la correlación empírica con la ejecución de un ensayo de módulo

resiliente (norma de ensayo INV E-156-13) en un sitio donde se haya medido un valor de CBR igual o cercano al estadístico representativo del sector.

La tabla siguiente relaciona los métodos más utilizados en el medio para el cálculo del módulo equivalente por efecto de rellenos, granulares existentes o mejoramientos sobre subrasantes blandas. Teniendo en cuenta las diferencias conceptuales entre métodos, únicamente serán aceptados aquellos desarrollados para vías pavimentadas y cuyo resultado sea el módulo equivalente.

Método	Parámetros de entrada	Parámetro de salida
Ivanov (1962)	Módulos de subrasante y mejoramiento, dimensiones de carga.	Módulo equivalente

Giroud y Han (2004)	Ahuellamiento admisible, CBR de subrasante y mejoramiento, dimensiones de carga, parámetros de capacidad portante y rigidez.	Espesor de granular
Británico (DMRB, HD25/95)	CBR de la subrasante y combinación de materiales (relleno, subbase o ambos).	Módulo equivalente (50 MPa sobre relleno, 100 MPa sobre relleno y subbase)

En función del número de ejes simples equivalentes se determinará el módulo resiliente mínimo de la subrasante mejorada, dando cumplimiento al siguiente criterio:

Ejes simples equivalentes (NESE)	Módulo resiliente de la subrasante mejorada
≤ $1x10^7$	≥ 30 MPa
> $1x10^7$	≥ 50 MPa

El tipo de ligante para la estabilización o modificación de la subrasante se definirá según su aplicabilidad, de acuerdo con los criterios dados por las especificaciones ET-IC-01 en las secciones 420.3.1 (Tabla 420.1) y sección 421.3.2 (Tabla 421.1).

Refuerzo de subrasantes con geosintéticos

Propuestas de refuerzo de subrasantes con productos geosintéticos, deberán tener en cuenta el estado del arte; en particular: i) que el método original fue desarrollado para refuerzos planares con geotextiles o geomallas (Giroud y Han, 2004)); ii) que la posterior calibración para refuerzos tridimensionales (Pokharel, 2010) únicamente es válida para geoceldas de neopreno y; iii) que, según dichas fuentes, el espesor de relleno requerido al utilizar geotextiles es igual al demandado con geoceldas, y a su vez, el espesor necesario usando geoceldas es mayor que el resultante utilizando geomallas (ver Figura 1. Espesores de relleno sobre productos geosintéticos para refuerzo de subrasantes).

Figura 1. Espesores de relleno sobre productos geosintéticos para refuerzo de subrasantes Fuentes: Design Method for Geogrid-Reinforced Unpaved Roads. I. Development of Design Method (J. P. Giroud, and Jie Han, 2004); Design Method for Geogrid-Reinforced Unpaved Roads. II. Calibration and Applications (J. P. Giroud, and Jie Han, 2004); Experimental Study on Geocell-Reinforced Bases under Static and Dynamic Loading (Sanat Kumar Pokharel, 2010).

Identificación de sectores con suelos expansivos, orgánicos y/o rellenos antrópicos

Se debe analizar el potencial de cambio volumétrico de la subrasante. Para tal fin, deberá ajustarse al siguiente procedimiento:

- Analizar el potencial expansivo de los suelos, mediante ensayos de consistencia (INV E-125-13 e INV E-126-13), factores de contracción de los suelos (INV E-127-13), determinación del índice de expansión libre de los suelos (INV E-132-13) y demás ensayos opcionales ejecutados, según los criterios establecidos en la norma INV E-132-13 Determinación de Suelos Expansivos.

- Identificar sectores con grado de expansión alto o muy alto y valores de expansión libre del ensayo de CBR predominantes superiores a 3%, en los cuales, en conjunto con el componente geotécnico podrá programar la exploración complementaria necesaria con el fin de efectuar el análisis y plantear las recomendaciones pertinentes.
- Dependiendo de la solución propuesta, se debe realizar el diseño de la mezcla suelo-estabilizante, como mínimo un diseño para proyectos de longitud menor que 500 m y tres diseños (uno por sector y aquellos críticos en su potencial expansivo) para longitudes mayores. La solución propuesta deberá encontrarse en concordancia con la sección 420-18 de las especificaciones ET-IC-01.
- En aquellos proyectos, en los cuales el componente de geotecnia formule medidas de estabilización de la fundación, cuyo efecto conlleve también mejoramiento en la capacidad de soporte, o en aquellos donde las características orgánicas y/o de cambio volumétrico obliguen al remplazo de espesores mayores que el requerido para alcanzar el módulo de la subrasante mejorada, se tomará como valor de diseño aquel que resulte de las recomendaciones del componente geotécnico.
- Con base en el análisis interdisciplinario (numeral 11.3.3) se deberá proponer la alternativa de tratamiento recomendada, con el propósito de ser cuantificada e incluida en el presupuesto. Es necesario sustentar su propuesta en fuentes bibliográficas y modelos numéricos cuyo resultado valide el efecto de solución recomendada.

Se deberán identificar sectores con presencia de suelos orgánicos y/o rellenos antrópicos con presencia de escombros y/o basuras, a fin de establecer el tratamiento puntual para los mismos. Para tal fin, deberá respetarse lo estipulado en la Especificación 300-18 del Documento ET-IC-01.

Así mismo, cuando se considere necesario plantear tratamientos para controlar cambios volumétricos, se deberá tener en cuenta el efecto que en este sentido proporcionan las recomendaciones de drenaje, mejoramiento y/o remplazo formuladas como respuesta a la presencia de los suelos orgánicos y/o rellenos antrópicos con presencia de escombros y/o basuras.

Sectores Homogéneos de Diseño

Con base en el análisis de variabilidad de los parámetros físicos y mecánicos de la subrasante, tránsito, sección transversal, etc., se deberá presentar la definición de secciones de comportamiento homogéneo e identificarse las condiciones especiales del subsuelo que deban ser analizadas de manera independiente en cada caso particular.

Rigidez de los materiales

Los materiales considerados en los diseños de pavimentos y espacio público asociado, deberán acogerse en su totalidad al Documento ET-IC-01. En caso contrario, se deberán elaborar en la fase de diseño las especificaciones particulares a que haya lugar con fundamento en ensayos de laboratorio, diseño de mezclas y comprobación de la fórmula de trabajo mediante ensayos de desempeño.

El módulo de rotura del concreto hidráulico será seleccionado de acuerdo con los criterios establecidos en el Documento ET-IC-01 Especificación 800-18 – Pavimentos de Concreto Hidráulico.

En contratos de consultoría, se deberá consultar información que permita determinar el módulo resiliente de las mezclas asfálticas para las condiciones de frecuencia y temperatura del proyecto con el método de ensayo de la norma INV E-749-13. Los contratos mixtos y de obra están en la obligación de elaborar sus diseños con información primaria, esto es, caracterización dinámica de laboratorio obtenida sobre los materiales a utilizar para la construcción.

Los módulos de las mezclas asfálticas y los materiales ligados con asfalto en caliente deberán ser seleccionados para la frecuencia acorde con la velocidad de operación promedio establecida por el estudio de tránsito y la temperatura de trabajo calculada en función de la media ponderada del ambiente en Bogotá. En caso que el consultor/contratista justifique utilizar parámetros diferentes a los mencionados, deberá proponer diseños específicos sectorizando en función de la velocidad y variaciones de los parámetros climáticos en periodos de tiempo inferiores al de diseño (anual, mensual u horario), según sea el caso.

En el caso de los materiales estabilizados con asfalto en caliente, cuya mezcla debe ser diseñada por método Marshall, según Documento ET-IC-01, el módulo dinámico debe ser analizado con las mismas condiciones de ensayo de las mezclas asfálticas.

Cualquier predicción debe realizarse con un método que involucre la viscosidad, parámetro mejor relacionado con el desempeño que la penetración.

En ausencia de módulos dinámicos de laboratorio para los materiales estabilizados con asfalto en frio (emulsión o asfalto espumado) o con cemento hidráulico, la rigidez a considerar en el diseño podrá ser obtenida mediante correlaciones con las resistencias a la tracción indirecta y/o a la compresión simple mínimas establecidas en los artículos correspondientes de las Especificaciones IDU ET vigentes. En el Numeral 11.1 se encuentran relacionados documentos técnicos IDU que pueden servir como fuente de consulta en la selección de los valores de rigidez de los materiales reciclados y/o estabilizados.

En cuanto a las bases y subbases granulares, debe darse cumplimiento al Documento ET-IC-01 con la medición del módulo resiliente según norma INV E-156-13, en condiciones de humedad óptima y densidad máxima. En ausencia de ensayo de laboratorio, no se aceptará correlación entre el CBR mínimo de especificación y el módulo resiliente, el módulo de la capa puede ser estimado mediante correlaciones en función de su espesor y del módulo de la subyacente, para tal fin se sugiere Dormon & Metcalf (1965), Izatt, Lettier, y Taylor (1967) o ME-PDG (AASHTO, 2008). Los módulos estimados deberán validarse y ajustarse, si es necesario,.

Los coeficientes de aporte estructural para dimensionamiento por método empírico (AASHTO, 1993), deberán ser obtenidos con la utilización de las figuras relacionadas a continuación, en función del módulo adoptado para cada material (no al contrario).

Material	Especificación ET-IC-01	Figura Guía AASHTO 1993
Materiales granulares (no ligados)		
Base granular para vías vehiculares	510-18	2.6 pág. II-19
Base granular para vías vehiculares con agregados reciclados	511-18	
Subbase granular para vías vehiculares	510-18	2.7 pág. II-21
Subbase granular para vías vehiculares con agregados reciclados	511-18	

Materiales granulares ligados		
Base granular mejorada con cemento hidráulico Subbase granular mejorada con cemento hidráulico	520-18	2.8 pág. II-23
Base granular mejorada con emulsión asfáltica Subbase granular mejorada con emulsión asfáltica	521-18	Ver nota
Base granular mejorada con cemento asfaltico Subbase granular mejorada con cemento asfaltico	522-18	2.5 pág. II-18
Materiales granulares reciclados y ligados		
Base granular mejorada con MBR y cemento asfaltico Subbase granular mejorada con MBR y cemento asfaltico	530-18	2.5 pág. II-18
Base granular mejorada con MBR y emulsión asfáltica en planta o en sitio Subbase granular mejorada con MBR y emulsión asfáltica en planta o en sitio	531-18	Ver nota 1
Base granular mejorada con MBR y asfalto espumado Subbase granular mejorada con MBR y asfalto espumado	532-18	Ver nota 1
Base granular mejorada con MBR y cemento hidráulico en planta o en sitio Subbase granular mejorada con MBR y cemento hidráulico en planta o en sitio	533-18	2.8 pág. II-23
Mezclas asfálticas		
Mezclas asfálticas en caliente densa, semidensa y gruesa	620-18	2.5 pág. II-18
Mezclas asfáltica en caliente de alto modulo	621-18	Ver nota 2
Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con caucho por vía húmeda	625-18	2.5 pág. II-18
Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con caucho por vía seca	626-18	Ver nota 3
Materiales granulares remanentes (del sitio, no mejorados)	No aplica	2.7 pág. II-21

Notas:

1. Para granulares estabilizados con asfalto en frío (emulsión o espumado), consultor/contratista e interventor, definirán el uso de la Figura 2.5 o la 2.9 de la guía AASHTO/1993.

2. Como lo indica la recopilación de ensayos de laboratorio incluida en la Figura 2. Curvas isotermas del módulo dinámico – Mezclas MD12 (1) a Figura 4. Curvas isotermas del módulo dinámico – Mezclas MD20, el 90 % de las mezclas asfálticas en caliente analizadas supera los 5,000 MPa a 20 °C. Por tal razón, consultor/contratista e interventor deberán concertar la metodología para la obtención del coeficiente de aporte de las mezclas asfálticas, cuyo módulo en Bogotá supera el máximo de 3,000 MPa de la Figura II-2.5 de la guía AASHTO 1993. Para tal fin, deben ser consultados los documentos *Guide for design of pavement structures, Volume 2, Appendix GG (AASHTO, 1993), Recalibration of the asphalt layer coefficient (NCAT Report 09-03, 2009) y Pavement analysis (Ullidtz, Per, 1987).*

3. Según la recopilación de ensayos de laboratorio incluida en la Figura 6. Curvas isotermas del módulo dinámico – Mezclas con GCR, el módulo dinámico de las mezclas con grano de caucho reciclado (GCR) tiende a ser menor que el de las mezclas con asfalto convencional. De igual manera, las investigaciones de la Entidad indican que el GCR conlleva una mejora de la resistencia a fatiga.

Pavimentos flexibles

Se efectuará un dimensionamiento preliminar del pavimento aplicando el método empírico (*Guide for design of pavement structures AASHTO 1993, Parte II, Figura 3.2*), garantizando que el espesor de cada capa sea igual que el mínimo requerido sobre el módulo de la subyacente y que el número estructural total sea mayor que el requerido sobre la subrasante.

Para la definición del coeficiente de drenaje de los granulares no ligados, se utilizará la tabla 8.2 del Manual de diseño de pavimentos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito (INVIAS, 1998), o versión vigente, en función de la precipitación.

Funciones de transferencia o leyes de fatiga

En vista de la ausencia de calibración local de modelos de agrietamiento por fatiga en las capas asfálticas para la determinación de los factores de desplazamiento campo/laboratorio, para fines de diseño estructural únicamente se utilizará alguna de las leyes desarrolladas por organismos internacionales relacionadas a continuación, sin combinar métodos para evaluar los criterios de desempeño en un mismo diseño.

Fuente	Agrietamiento por fatiga en las capas asfálticas	Deformación vertical permanente en la subrasante
Shell Bitumen	N= (0.856*Vb+1.08)5*(106*E)-1.8*εt-5	N= 1.94*10-7*εz-4 (R=85) N= 1.05*10-7*εz-4 (R=95)
Instituto del Asfalto	N= C*6.167*10-5*εt-3.291*E-0.854 C=10M M= 4.84*(Vb/(Va+Vb)-0.69)	N= 1.365*10-9*εz-4.477
TRRL	N= 1.66*10-10*εt-4.32 (R=85)	N= 6.18*10-8*εz-3.95 (R=85)
Fuente	Agrietamiento por fatiga en las capas asfálticas	Deformación vertical permanente en la subrasante
Universidad de Nothingham	N= 8.888*10-13*εt-4.902	N= 1.126*10-6*εz-3.571

Entre los métodos antes descritos, únicamente se conoce factor de desplazamiento campo/laboratorio para los dos primeros: 10 para Shell (confiabilidad R= 50 %) y 18.4 para el del Instituto norteamericano del asfalto. En caso de utilizar el primero de ellos, deberá aplicarse la actualización que para la confiabilidad se encuentra en AUSTROADS (*Technical basis of Austroads pavement design guide*, Publication No. AP- T33/04, 2004).

En el caso de las bases estabilizadas con asfalto en frio, en caliente o con cemento, en fase de diseño, se deberá presentar el cálculo o predicción de la falla por fatiga. Para tal fin, se sugiere AUSTROADS (*Technical basis of Austroads pavement design guide*, Publication No. AP-T33/04, 2004), SAPEM (Chapter 10, Pavement Design) y ME-PDG (AASHTO, 2008).

En caso que las funciones de transferencia adoptadas involucren confiabilidad, se utilizará la establecida en la sección correspondiente del presente documento.

El porcentaje de asfalto en volumen (Vb) deberá fundamentarse en los resultados del estudio de fuentes de materiales, canteras y plantas de producción (Numeral 11.4.15).

Diseño mecánico–empírico

Los espesores y módulos resultantes del dimensionamiento preliminar deberán ser evaluados y ajustados según criterios mecanicistas para calcular la respuesta, relacionarla mediante el uso de modelos empíricos (funciones de transferencia) con las repeticiones admisibles y establecer el daño relativo acumulado al final del periodo de diseño.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Cálculo de esfuerzos y deformaciones críticas (máximos entre los obtenidas en medio de las ruedas, bajo una rueda o en el borde de ella) según teoría lineal elástica. Para tal fin se utilizará una presión de inflado de 690 kPa (100 psi), cada uno de los pesos por eje que componen los vehículos pesados y el eje de referencia (simple de rueda doble y 8.2 ton de peso).
- Cálculo de las repeticiones admisibles (Nadm) por fatiga en las capas asfálticas, en las bases estabilizadas con asfalto en caliente y/o en las capas ligadas con cemento, en función de los esfuerzos o deformaciones críticos calculados para cada uno de los ejes del espectro y para el eje de referencia.
- Cálculo de las repeticiones admisibles (Nadm) por deformación permanente en la subrasante, en función de los esfuerzos o deformaciones críticos calculados para cada uno de los ejes del espectro y para el eje de referencia.
- Cálculo del daño relativo acumulado (Dr= Ndis/Nadm) o sumatoria de los daños individuales producidos por cada eje y por el eje de referencia. Es decir, relación entre las repeticiones por eje de diseño (Ndis) y el Nadm correspondiente a cada eje y criterio de diseño (agrietamiento o ahuellamiento).

Como parte de las memorias de cálculo establecidas en el Numeral 11.4.1, se deberá incluir un resumen de resultados que contenga la información descrita en el ANEXO 11.7.2.

Para el análisis de los ejes tándem y trídem, se debe aplicar el método incluido en Pavement design and analysis (Huang, 2004, p. 97).

Espesores finales de diseño

Los espesores finales de diseño deben garantizar un índice estructural (Ie = SN efectivo/ SN requerido) mayor que 1 y menor que 1.15 ($1 < Ie \leq 1.15$) y un daño relativo acumulado para el criterio de fatiga en las capas asfálticas, bases estabilizadas con asfalto en frio, en caliente o con cemento mayor que 0.60 y menor que 1 ($0.60 < Dr \leq 1$). Dicho daño relativo debe ser calculado con la sumatoria de los individuales obtenidos para cada uno de los ejes (eje por eje) y para el eje de referencia (ejes equivalentes).

En función del número de ejes simples equivalentes, acumulado al final del periodo de diseño de cada sector, se establecerá el criterio de análisis del daño relativo (eje por eje o por ejes equivalentes) con base en el cual determinar los espesores finales de diseño, dando cumplimiento a lo siguiente:

Ejes simples equivalentes (NESE)	Criterio de análisis del daño relativo para selección de los espesores de diseño
$\leq 1x10^7$	Ejes equivalentes

> $1x10^7$	Eje por eje

Validación de los módulos resilientes

Adicionalmente, para cada sector y tipología, deberá presentarse validación de los módulos de las capas granulares (base y subbase granular) y de la subrasante (cálculo de la invariante de esfuerzos a ½ del espesor de la capa y del esfuerzo desviador in-situ a 0.15 m de profundidad, respectivamente), en función de los espesores finales de diseño, los resultados de los ensayos de laboratorio y la carga estándar (carga de 9,000 lb o 40 kN y presión de inflado de 100 psi). Los módulos resilientes, obtenidos según ANEXO 11.7.1, no deberán exceder en ± 5 % los valores utilizados para el dimensionamiento preliminar y el diseño empírico mecanicista.

Pavimentos rígidos

La metodología para diseño de pavimentos rígidos es la incluida en el *documento Thickness design for concrete highway and street pavements (PCA, 1984)*. De acuerdo con las metodologías de diseño, las capas intermedias en pavimentos rígidos únicamente buscan proveer un soporte homogéneo para las losas de concreto y pueden, en algunos casos, ser construidas en espesores mínimos. Por lo tanto, se deberá presentar un análisis de sensibilidad del espesor de la losa de concreto en función del espesor de las capas intermedias y un comparativo económico resultante de incrementar estas últimas para reducir el espesor de las primeras.

En concordancia con el método, los consumos por fatiga y erosión máximos serán del 100 %.

Factor de seguridad de carga (FSC): 1.2 para calzada Transmilenio y 1 para calzadas mixtas, considerando que para el cálculo de repeticiones de carga por eje se tienen en cuenta las cargas máximas legales. No se aceptará aplicación de factor de seguridad por repeticiones de carga, criterio no considerado por la metodología.

En el caso de efectuarse el diseño con efecto berma, dicho diseño debe garantizar el mecanismo. Estos mecanismos deberán estar soportados de forma técnica mediante modelos de transferencia y disipación de esfuerzos en el borde de las losas.

Losas de concreto en zonas de intersecciones viales a nivel o bajo consideraciones especiales (zonas de estaciones y parqueos), deberán diseñarse teniendo en cuenta la variable tránsito (diferente al resto del corredor vial) y detalles particulares de juntas (construcción, contracción y de expansión, entre otras).

Módulo de reacción de diseño

Con el módulo de reacción de la subrasante, definido según procedimiento descrito en el numeral 11.4.8.9.2, se calculará el módulo de reacción combinado o de diseño. En caso que la base sea granular o estabilizada con cemento, se utilizarán las tablas 1 y 2 del documento *Thickness design for concrete highway and street pavements (PCA, 1984)*; en caso de considerar granulares estabilizados con asfalto en frio o en caliente, se utilizará la Figura 3.3, Parte II de la Guía AASHTO 1993; en caso de utilizar dos o más materiales, se utilizará también el método AASHTO 1993 con un módulo ponderado de las capas intermedias o la aplicación disponible en http://apps.acpa.org/applibrary/KValue/.

Capas anti-erosión

La recomendación de mezclas asfálticas bajo las losas de concreto hidráulico, no deberá ser considerada con efecto estructural, sino únicamente como capa anti-erosión. Únicamente cuando la tipología seleccionada sea rígida, contemple capa antierosión (según sus requerimientos de tránsito) y sea la única mezcla asfáltica planteada en el proyecto, se deberá dar cumplimiento al decreto 265 de 2016, empleando como máximo el 25% (o el mínimo requerido en el decreto) del volumen de mezcla asfáltica.

Para categorías de tránsito T1 (NAEE_80 < 2 millones), a menos que se compruebe objetivamente, con modelos numéricos, que existe potencial de falla por erosión en las juntas transversales, no se aceptará el uso de capas anti-erosión. De acuerdo con las recomendaciones para potencial de erosión de materiales de base y subbase (PIARC 1987), las conclusiones de las investigaciones locales desarrolladas por el IDU (Universidad de Los Andes, contrato 089 de 2009) y experiencias locales, para el caso de troncales y malla vial arterial, el material a utilizar deberá ser clase A (materiales extremadamente resistentes a la erosión), es decir, mezcla asfáltica densa en caliente.

Para vías no troncales ni arteriales, en caso de proponer granulares estabilizados en caliente con cemento asfáltico, como capa intermedia en los pavimentos rígidos, no será necesario incluir mezcla densa en caliente como capa anti-erosión.

Esfuerzos y deflexiones

Se deben efectuar los análisis de esfuerzos y deformaciones causados por gradientes térmicos en cuanto a fenómenos de alabeo. Se deberá presentar un capítulo especial con el análisis de alabeo de las losas en función de la separación de las juntas y la modulación de las losas.

Diseño de juntas y refuerzo

La modulación de las losas con relaciones de esbeltez mayor a 1.3 o aquellas con interferencia de pozos, alcantarillados o cajas de servicios públicos deberán aparecer en un capítulo independiente dentro de las memorias de cálculo donde se especifiquen las consideraciones de diseño y los detalles constructivos (planos y esquemas). También deberán ser verificadas las dimensiones de las losas en función de la rigidez del apoyo, controlando que la longitud no supere 5 veces el radio de rigidez relativa.

Las juntas deberán diseñarse tomando en consideración la modulación de las losas, las características del concreto a emplear y las condiciones climáticas específicas del área del proyecto.

Se realizará el diseño de las barras de amarre y de transferencia para los pavimentos rígidos de manera que garanticen un adecuado desempeño estructural.

El diseño de la modulación de las losas debe estar en total acuerdo con los análisis de esfuerzos y deformaciones del numeral anterior.

Se requerirá de refuerzo en las losas que tengan las siguientes características:

- Longitud de la losa (mayor dimensión en planta) superior a 24 veces el espesor de la losa.
- Losas con relación largo/ancho mayor que 1.3.
- Losas de forma irregular (no rectangular).

- Losas con aberturas en su interior que alojen estructuras como pozos o sumideros.
- Losas en las cuales no coinciden las juntas con las losas adyacentes.

Serán incluidas las recomendaciones para transición entre pavimentos de diferente rigidez, tanto en juntas longitudinales como transversales.

Diseño de Rehabilitación

Con base en la exploración, condición estructural y características de las capas estructurales y de la subrasante, establecidas en el diagnóstico, el tránsito promedio diario resultante del estudio correspondiente y las características de los materiales a utilizar en obra, se dimensionará la intervención para la rehabilitación del pavimento.

Como se indicó en los Numerales 11.2.2 y 11.4.5, se deben analizar las condiciones de calidad de los RCD, proponer las técnicas de estabilización física o química necesarias para adaptarlos a las especificaciones de construcción vigentes u otra particular y definir el mejor uso posible de los materiales existentes, bien sea como capas estructurales, rellenos para reconformación de la subrasante o mejoramiento de ésta.

En el numeral 11.4.5.2.3 de este documento, con base en la clasificación AASHTO, se definió la rigidez mínima para que los materiales identificados mediante exploración destructiva (apiques) puedan ser considerados como capas estructurales. Así las cosas, el resultado del diagnóstico conlleva implícita la presencia de materiales granulares competentes, tanto en función de sus características geotécnicas como de su rigidez.

En virtud de lo anterior, se estará en obligación de conservar los granulares existentes más profundos y mejorar los superficiales como parte del diseño, dando así cumplimiento a las obligaciones técnico-ambientales establecidas en el Numeral 9 del presente documento. Tanto la degradación por tránsito y clima, como el hecho de que las estructuras hubiesen sido construidas con especificaciones no vigentes, no deben ser argumentos para un eventual cambio de intervención de mantenimiento periódico a rehabilitación o de rehabilitación a reconstrucción o para la no reutilización en la misma ubicación u otra, a menos que se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- El espesor de granulares remanentes, ubicados bajo una eventual capa granular o mejorada de refuerzo y sobre la subrasante natural, es menor que 0.3 m.
- Se comprueba, por medio de ensayos de módulo resiliente, ejecutados para la humedad óptima y la densidad máxima, que los materiales granulares existentes no cumplen con un módulo mínimo de 15,000 psi (100 MPa).
- En ningún caso serán recomendadas reconstrucciones totales en segmentos cuyo módulo de la subrasante de diseño, medido con ensayos de deflectometría, sea mayor que 30 MPa.

Tanto para pavimentos flexibles como rígidos, debe evaluarse la posibilidad de aplicar sobrecapas como estrategia de refuerzo. En caso que dicha técnica sea inviable por las consecuencias de elevar la rasante, nivelar pozos y sumideros en vías urbanas, aquella no será considerada como tipología de diseño válida.

En el caso de la rehabilitación de pavimentos rígidos, se debe presentar la clasificación en función del PCI por unidad de muestreo (20± 8 losas), de modo que se establezca la posibilidad de remplazo puntual de losas o en algunas unidades particulares.

Sectores homogéneos de diseño

Con base en el análisis de variabilidad de los parámetros físicos y mecánicos de la subrasante, tránsito, sección transversal, etc., se deberá presentar la definición de secciones de comportamiento homogéneo.

Secciones homogéneas compuestas por más de un segmento, deberán ser justificadas por el método de las deferencias sucesivas acumuladas (AASHTO, 1993) y un coeficiente de variación en la deflexión máxima y los parámetros estructurales de máximo 30 %, aspectos a ser verificados por el interventor.

Módulos de las capas existentes

Teniendo en cuenta que el número estructural (SN, en inglés) es un buen indicador de la suficiencia del conjunto de las capas para controlar la deformación permanente en la subrasante, pero también se requiere evaluar criterios como el agrietamiento por fatiga o la deformación permanente, se debe complementar la evaluación estructural con métodos de cálculo directo y/o inverso, que permitan establecer los módulos de las capas asfálticas y de las granulares por separado.

Con base en la interpretación del cuenco de deflexiones y los espesores de las capas, se deberá efectuar el proceso de cálculo inverso del módulo de las capas del pavimento y de la subrasante. La interventoría solicitará las memorias del programa utilizado para dicho propósito (EVERCALC, BAKFAA, MODULUS, ELMOD, RUBICON, etc.) y verificará que la raíz del error medio cuadrático (RMS) no supere 11 micras cuando sean modeladas dos capas, de 5 cuando sean modeladas dos capas (ver *Design Manual for Roads and Bridges*, DMRB HD29/08) o máximo de 2 % (ver *Using Falling Weight Deflectometer Data with Mechanistic-Empirical Design and Analysis*, FHWA-HRT-16-011).

Como alternativa al cálculo inverso, se podrán utilizar ecuaciones de regresión para calcular los módulos en función de las deflexiones medidas. Para tal fin, se sugiere *EVERSERIES User's Guide* (WSDOT, 1995) y *Guidelines for Review and Evaluation of Backcalculation Results* (FHWA-HRT-05-152, 2006).

Los módulos característicos de cada sección de diseño deberán ser validados calculando en función de ellos el módulo ponderado (Ep) y el número estructural (SN), resultados que deberán coincidir en orden de magnitud con los obtenidos al aplicar lo establecido en el Numeral 11.4.5.2.3. Dicho procedimiento deberá ser verificado por el interventor junto con la comparación de la deflexión máxima característica medida con respecto a la teórica calculada en función de la carga de referencia (P= 40 kN, a= 0.15 m) y los módulos adoptados.

En caso de aplicar el método de los componentes para el cálculo del SN efectivo, los coeficientes de aporte de las capas asfálticas y granulares únicamente serán calculados en función de los módulos obtenidos por cálculo directo o inverso.

Los módulos característicos serán calculados como el promedio de la muestra recopilada a lo largo de cada sector homogéneo. Es obligación de la interventoría verificar el cumplimiento de lo anterior.

Una vez obtenidos los módulos de las capas asfálticas en función de las deflexiones medidas, es necesario realizar la corrección por temperatura para las capas asfálticas; para tal fin, se sugiere:

Donde:

- $FA= 10^{-0.0195(Tr-Tm)}$FA: factor de ajuste del módulo del concreto asfáltico por temperatura
- Tr: temperatura de trabajo de la mezcla, 20 °C en Bogotá
- Tm: temperatura del pavimento durante el ensayo, °C

Él módulo resiliente de la subrasante, obtenido a partir de las deflexiones, debe ser ajustado para efectos de diseño. Los coeficientes de variación de la Tabla 37 indican que las investigaciones realizadas para diferentes tipos de fundación y granulares no son contundentes; por lo tanto, los módulos de subrasante serán ajustados con el factor establecido en AASHTO 1993 (C= 1/3), mientras que el módulo de los granulares únicamente será ajustado en caso que exceda los valores típicos del Numeral 11.4.5.2.3 luego de aplicar el factor correspondiente.

Ubicación	Relación Módulo por Retrocálculo/ Módulo de Laboratorio	Coeficiente de variación de la relación de módulos (%)
Materiales de base/subbase no ligados		
Base o subbase granular bajo una superficie de concreto de cemento Portland	1.32	74
Base o subbase granular bajo una superficie o base de concreto asfáltico	0.62	44
Base o subbase granular entre un material estabilizado y superficie o base de concreto asfáltico	1.43	80
Materiales de terraplén o subrasante		
Terraplén o suelo de subrasante bajo una capa de subbase estabilizada o suelo estabilizado.	0.75	80
Terraplén o suelo de subrasante bajo un pavimento flexible o rígido sin una capa de base o subbase granular.	0.52	37
Terraplén o suelo de subrasante bajo un pavimento flexible o rígido con una capa de base o subbase granular.	0.35	49

Fuente: ME-PDG (AASHTO, 2008)

En caso que el espesor total de la estructura sea limitado para el cálculo de los parámetros estructurales (es común que se haga a 0.7 u 0.8 m), se debe considerar el efecto del granular existente a partir de dicha profundidad como mejoramiento. En ese caso, debe utilizarse un factor de ajuste (C) del módulo resiliente de la subrasante mayor que el utilizado para los suelos finos (C= 0.5, ver Tabla 37).

Cálculo de la vida residual

Se debe complementar la evaluación estructural calculando la vida residual del pavimento en términos de años (con respecto a la proyección del tránsito), y a partir del desempeño, esto es, con el uso de funciones de transferencia que relacionen las deformaciones críticas con las repeticiones admisibles.

El cálculo de vida residual por método empírico–mecanicista deberá llevarse a efecto aplicando los lineamientos definidos en los Numerales 59 y 60, en este último caso, en términos de ejes simples equivalentes de 8.2 t.

Con la vida residual y los módulos de las capas como criterios de evaluación y análisis, se identificará la debilidad estructural del pavimento y justificarán las estrategias o alternativas de rehabilitación objeto de diseño.

Metodología de diseño

El diseño de rehabilitación de pavimentos flexibles deberá dar estricto cumplimiento al procedimiento descrito en el Numeral 11.4.8.8 del presente documento.

Evaluación de Tipologías de pavimento

Para fines del presente documento, se entienden por tipologías aquellas que involucran materiales diferentes en términos de rigidez y/o diseño de mezcla.

Se deben plantear al menos dos (2) tipologías de pavimento en calzadas vehiculares; de las cuales una será flexible y una rígida o dos de la misma tipología cuando se justifique técnicamente que no es viable implementar la otra. También se analizará una tipología considerando reutilización parcial del pavimento existente o la subrasante natural. De igual manera, al menos una de las tipologías evaluadas corresponderá a la seleccionada en la fase de factibilidad.

En caso que aplique, se deberá evaluar al menos una tipología considerando la rehabilitación o utilización de parte de la estructura de pavimentos existente.

Lo anterior no aplica cuando la intervención sea parcial de calzada o corresponda a una ampliación, en la cual se pretenda dar continuidad o hacer intervención a un pavimento existente, en este caso se presentarán dos tipologías similares al pavimento existente.

Comparación de tipologías de pavimento en términos del costo de ciclo de vida del proyecto durante el periodo de análisis, considerando como mínimo: Cálculo del presupuesto de obra o costo de construcción de cada tipología de pavimento; pronóstico de desempeño mediante modelos de deterioro durante el periodo de análisis establecido en los pliegos; estimativo de costos de conservación y mantenimiento de cada tipología.

La tipología finalmente seleccionada será aquella que demuestre técnica y económicamente ser la más conveniente para las condiciones particulares de cada sector de diseño.

Las estructuras para espacio público, por encontrarse definidas en la Cartilla de Andenes de Bogotá (SDP,2018), no serán objeto de análisis de tipologías.

Espacio Público

Las estructuras para espacio público se definirán de acuerdo con el numeral 6 "Procesos Constructivos" de la Cartilla de Andenes de Bogotá (SDP, 2018) y no serán objeto de análisis de tipologías. En cuanto a las ciclorrutas, la capa de rodadura deberá respetar también la Cartilla, específicamente el menor de los tamaños

máximos de las mezclas asfálticas densas incluidas en el Documento ET-IC-01 y el máximo espesor a compactar en una capa, que la especificación establece para dicha mezcla.

La campaña de exploración para definición de la resistencia mecánica de la subrasante deberá enfocarse bajo el criterio de unidad o eje vial de diseño, no al de segmento vial (CIV) y mucho menos ejecutarse por costado de un mismo eje. En caso que el proyecto involucre, además de diseño de espacio público, el de las calzadas vehiculares, únicamente se ejecutará exploración y ensayos en estas últimas.

En el caso de los pompeyanos y las rampas de acceso a predios comerciales, deberá analizarse el número diario de vehículos pesados. En caso de ser superado el número de camiones considerado por la Cartilla de Andenes, deberá realizarse el diseño con base los criterios del numeral 11.4.8.9.

Con soporte técnico en el inventario y diagnóstico preliminares, previa aprobación de la interventoría y concepto del IDU según los términos contractuales, podría plantearse una campaña de exploración mediante sondeos o barrenos (menor diámetro, sin ensayos) para conocer los materiales existentes en andenes con posibilidad de aprovechamiento. En caso de ejecutarse exploración o ensayos sin sustento técnico, o en caso que se repitan los existentes en estudios previos, o que no se incluyan en los diseños, el consultor/contratista asumirá su costo.

Para las actividades de espacio público asociado, en donde se proyecten acciones de mantenimiento, no es necesario realizar exploración geotécnica. Cuando no exista estructura o se encuentre en muy mal estado, bastará con caracterizar mecánicamente la subrasante.

Plano de localización de los Sectores de Diseño

Se deberá presentar un "Plano de localización de los sectores de diseño" que muestre la implantación del proyecto, ubicando y nombrando las áreas correspondientes a cada sector diseño.

Recomendaciones de manejo de drenaje superficial y subsuperficial

Se deberán plantear las soluciones para el manejo de drenaje superficial y subsuperficial que apliquen según los requerimientos del proyecto. La solución debe incluir la definición de los materiales a emplear, su ubicación en planta y sección y un esquema o detalle de su configuración.

Análisis del potencial de reutilización de materiales reciclados y recomendaciones de implementación de residuos de construcción y demolición (RCD)

Se debe presentar el análisis para el empleo de materiales GCR y RCD según las disposiciones ambientales dadas en el numeral 11.2. Se debe indicar en cuáles capas es posible el empleo de dichos materiales y se debe incluir el cálculo que permita evidenciar que el diseño cumple con los requisitos mínimos dados en la normativa ambiental. De igual manera, las cantidades de obra deben incluir los materiales GCR y RCD.

Especificaciones generales y particulares

Se deberán indicar claramente las especificaciones generales y/o particulares de cada actividad o material requerido para la construcción del pavimento. Las especificaciones deben acogerse a lo indicado en el documento IDU- ET-IC-01 a menos que se requiera una especificación particular, la cual, deberá encontrarse debidamente justificada.

Estudio de Fuentes de Materiales, Canteras y Plantas de Producción de Mezclas

Se deberá realizar el correspondiente análisis de fuentes de suministro de materiales y mezclas asfálticas y/o hidráulicas, con las cuales se pretende cumplir con el diseño recomendado verificando que los parámetros mecánicos de cada uno de los materiales propuestos cumpla con las especificaciones ET-IC-01"Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D.C." del Instituto de Desarrollo Urbano – IDU.

Para fines de diseño, el análisis de fuentes de materiales, canteras y plantas de producción de mezclas debe concluir sobre la resistencia mecánica o la rigidez a utilizar en el dimensionamiento de las estructuras de pavimento.

Proceso constructivo

Se deberá describir la secuencia y recomendaciones que se requieran para la construcción de las estructuras de pavimento definidas.

Plan de ensayos para diseño de mezclas, control de calidad de materiales y/o sobre el producto terminado

Se deberá presentar el cálculo de las cantidades de ensayos para el diseño de mezclas, control de calidad de materiales y/o sobre el producto terminado de acuerdo con lo establecido en las Especificaciones ET- IC-01, V4, sección "Condiciones de entrega para el recibo de los trabajos" de cada uno de los materiales que hacen parte del diseño.

Fase de mantenimiento

Se deberán proyectar las actividades año a año requeridas para una fase de mantenimiento de 5 años después de puesta en servicio de la obra (o el que se defina en los documentos particulares del contrato). Se debe presentar el cálculo de las cantidades de obra, teniendo en cuenta que los materiales y actividades deben cumplir con lo establecido en las Especificaciones ET-IC-01, o la versión vigente.

Cantidades de Obra

Con el propósito de determinar el costo asociado a la implementación de las obras propuestas, se deberán presentar los respectivos cuadros de estimación de cantidades de obra, los cuales deben estar soportados en las memorias de cálculo y planos correspondientes.

Se deben calcular las cantidades de obra para cada una de las vías que componen el alcance del proyecto. Las memorias de soporte de cantidades del componente deben incluir: materiales, espesores, longitud, ancho, áreas y abscisas de cada sector de diseño, a fin de posibilitar cualquier verificación. Cuando el cálculo de los

volúmenes sea ejecutado por el componente de diseño geométrico, se deberán anexar las carteras y se deberá verificar que los espesores empleados coincidan con los definidos en el diseño de pavimentos.

Las cantidades estimadas para el presupuesto deben incuir: código, descripción, unidad, cantidad, según el visor "Precios Unitarios de Referencia (Visor Base de precios vigente)", que se encuentra disponible en el portal de la Entidad, al cual se puede acceder mediante el siguiente enlace: https://www.idu.gov.co/page/siipviales/economico/portafolio. Si el ítem requerido no se encuentra en la base de precios del IDU, en conjunto con el componente de presupuestos se deberá incorporar el ítem al presupuesto, siguiendo los requerimientos para la fase de estudios y diseños de detalle dados por el componente de presupuestos.

Las cantidades de materiales RCD y GCR deben discriminarse en las cantidades y en el presupuesto, incluyendo sus respectivos: código, descripción, unidad, cantidad (También según visor IDU). Además, deberá presentarse el cálculo que valide el cumplimiento del porcentaje mínimo requerido por la normativa ambiental.

Las cantidades deben incluir la totalidad de los ítems requeridos para la ejecución de los diseños propuestos, tales como: actividades preliminares (excavación, fresado, demolición, transporte y disposición, nivelación y compactación (cuando aplique la actividad), mezclas (asfálticas e hidráulicas), riegos (imprimación, liga), corte, sello, curado, aceros (dovelas, canastillas, amarre y refuerzo), mejoramientos (rajón, cal, cemento), sello, materiales granulares y estabilizados, filtros, subdrenes, geosintéticos y demás cantidades de materiales o actividades asociadas a las recomendaciones particulares del proyecto. De igual manera, se deben incluir los ítems y cantidades correspondientes a las actividades de la fase de mantenimiento, dentro de las cuales pueden encontrarse: sellos de fisuras, sellos de juntas, parcheos, bacheos, etc.

Se deben incluir cantidades para rodaduras de puentes vehiculares (cuyos espesores deben estar acordes con los diseños del componente de estructuras), ciclorutas, materiales bajo la superficie de espacio público (materiales granulares o estabilizados de apoyo, mejoramientos, geosintéticos, etc), obras de desvíos.

Las cantidades calculadas e incluidas dentro del documento entregable del componente de pavimentos deben coincidir con las presentadas en los productos del componente de presupuestos y armonizadas con los demás componentes que las afecten, mencionen o incorporen, tales como: diseño geométrico, urbanismo, estructuras, etc.

Análisis de riesgos

Se deberán identificar y analizar los riesgos que pueden llegar a presentarse durante la ejecución de las obras e identificar aquellos aspectos del componente de pavimentos que puedan llegar a afectar el cronograma de obra que se defina para el proyecto, indicando la posible solución a dichos inconvenientes.

Conclusiones y Recomendaciones

Se debe de forma coordinada con el área hidráulica determinar los parámetros geotécnicos para diseño del drenaje subsuperficial (subdrenes), que permita mantener un adecuado comportamiento estructural de las capas del pavimento y su subrasante durante la vida útil del proyecto. Así mismo, se deberán efectuar las recomendaciones en cuanto a aspectos relevantes a considerar en la fase de construcción.

Con base en los resultados de la investigación geotécnica realizada para el diseño de pavimentos, se deberán identificar, diagnosticar y formular soluciones para condiciones especiales del subsuelo como suelos colapsables, con potencial de cambio volumétrico, o efectos de la vegetación que puedan afectar las estructuras de pavimento o espacio público asociado.

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

Deberán incluirse tablas, planos o esquemas de las secciones típicas, de las diferentes secciones transversales del pavimento, 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.

Rutas de desvío del tránsito

Como se indica en el diagrama de flujo contenido en el presente numeral, únicamente serán consideradas como rutas de desvío los corredores que hagan parte de la malla vial local. Los especialistas en tránsito de los contratos de consultoría e interventoría deberán discriminar el tipo de malla al cual pertenecen las vías que conforman el plan de manejo del tránsito aprobado por la Secretaría Distrital de Movilidad.

En fase de diseño, la consultoría, con acompañamiento y supervisión de la interventoría, gestionarán ante la Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación (DTINI) y el Repositorio Institucional del IDU la información de estudios, inventarios y/o diagnósticos existentes en las rutas de desvío que hagan parte de la malla vial local, así como la priorización de intervención por parte de otras entidades distritales.

En caso de existir información, se efectuará una inspección visual preliminar para constatar que la condición superficial actual coincide con el inventario de deterioros y el índice de condición determinados en los estudios y/o diseños previos. Si las vías se encuentran en peor condición, se actualizarán los ensayos a que haya lugar; si la condición es igual, se procederá a aplicar en el numeral relacionado con diagnóstico de la condición del pavimento, del presente documento; si la condición es mejor (hubo alguna intervención posterior), se calculará la vida residual para el escenario de tráfico propio de la ruta de desvío.

En caso de no existir información, o en caso de requerirse actualización de algunos de ellos, en fase de diseño, la consultoría presentará un plan de inventario y diagnóstico de rutas de desvío para aprobación de la interventoría y concepto del IDU según los términos contractuales. Dado que la evaluación de desvíos no hace parte de los programas de conservación de la malla vial, sino que se trata de adecuaciones temporales para la ejecución de obras, los ensayos no destructivos necesarios para la evaluación y diagnóstico serán ejecutados como sigue:

- Determinación de espesores con georradar (GPR): medición por calzada, solo en uno de los carriles.
- Mínimo número de sondeos en función de la longitud de la ruta.
- Deflectometría de impacto: un punto cada 50 m por calzada y ruta de desvío.
- Índice de condición (PCI): unidades de 230±93 m2 o 20±8 losas, según corresponda (norma ASTM D 6433).

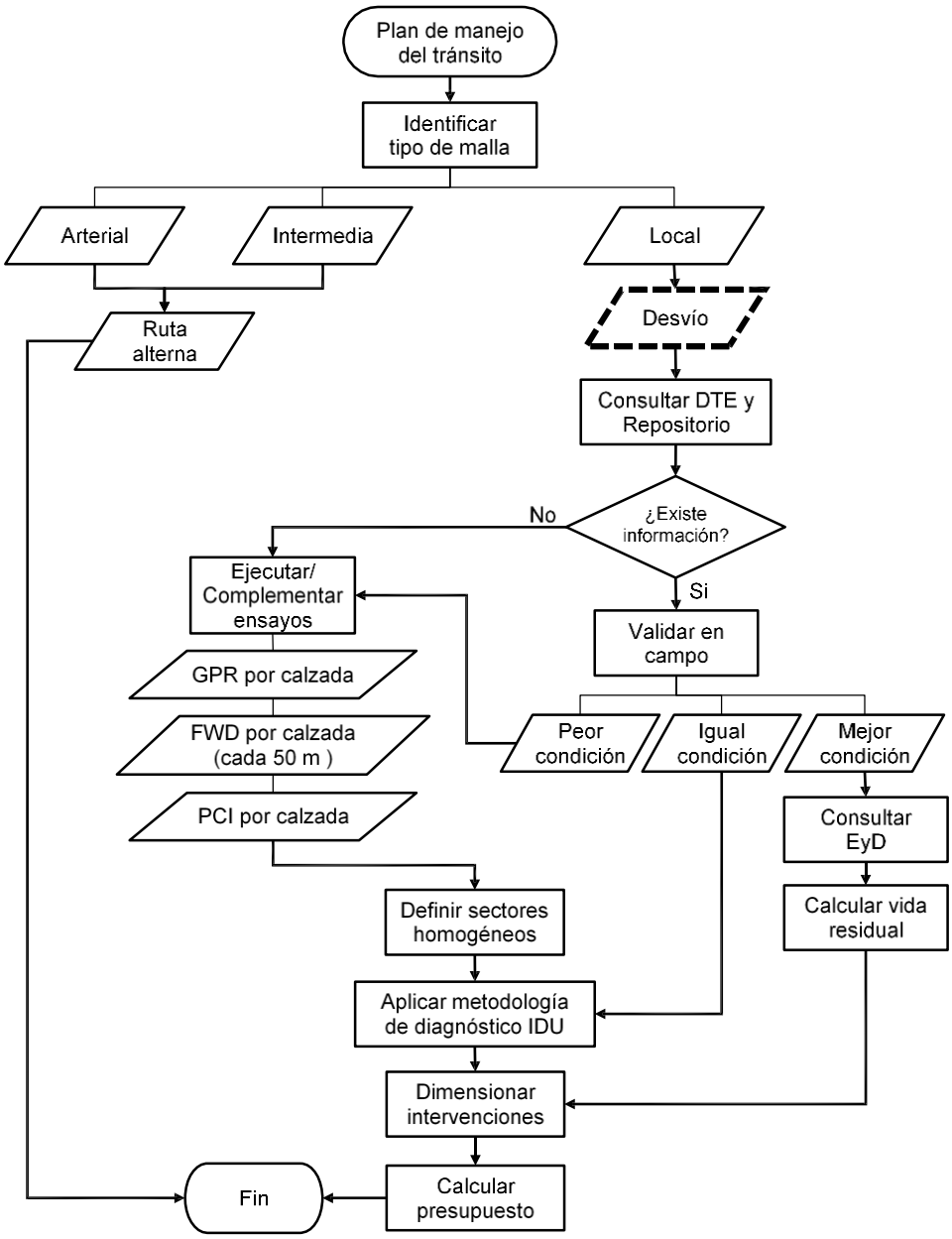


Diagrama de flujo para evaluación y diagnóstico de desvíos

Al no aplicar el concepto de CIV, se determinarán sectores homogéneos en función de los parámetros estructurales, la condición superficial y el volumen de tránsito proyectado para cada ruta de desvío. El diagnóstico y eventual diseño de rehabilitación serán elaborados para el número de ejes simples equivalentes acumulado durante la fase de obra más dos años, con inicio en el año de evaluación y el de puesta en operación, respectivamente. Por lo demás, serán aplicados la metodología establecida en el numeral 11.4.5 Diagnóstico de la Condición Global de Pavimentos en Servicio.

En lo referente al volumen de tránsito para diagnóstico y diseño, únicamente se considerará el volumen desviado, el cual se espera sea proporcionalmente mayor que el propio de las vías locales a utilizar como desvíos.

ASPECTOS DE FORMA DE LOS PRODUCTOS O INFORMES, ANEXOS Y PLANOS

Los documentos (informe, anexos, planos, etc) deberán entregarse nombrados, firmados (cuando aplique), en formato editable y no editable, etc, según lo dispuesto en la guía IDU-IC-06 "Entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público", versión vigente.

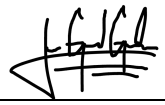
Con el fin de que los documentos cuenten con uniformidad, coherencia y completitud, la estructura del informe, es decir los capítulos del producto (informe de diseño) corresponderán con los numerales de la tabla de Entregables de la fase correspondiente.

Así mismo, los anexos deberán ser presentados en carpetas y subcarpetas y deberán incluir como mínimo el contenido que se describe en las viñetas dadas a continuación:

ANEXOS

- Anexo 1 Registros de campo y ensayos de laboratorio
- Anexo 1-1 Planos de ubicación de los trabajos de campo (Editable y PDF firmado)
- Anexo 1-2 Exploración geotécnica
  - Registros de campo (PDF firmado)
  - Resultados de los ensayos de laboratorio (PDF firmado)
  - Registro fotográfico (Fotos en formato que contenga: fecha, ubicación y descripción. En PDF)
  - Certificados de calibración
- Anexo 1-3 Diagnóstico
  - Resultados levantamiento de daños (Crudos, editables y PDF)
  - Resultados medición de deflexiones (Crudos, editables y PDF) o Patronamiento de equipos
  - Registro fotográfico (Fotos en formato que contenga: fecha, ubicación y descripción. En
- PDF)
- Anexo 2 Tránsito
- Informe de TPD (PDF firmado)
- Memorias de cálculo (Editable y PDF)
- Aprobación de la interventoría del informe de TPD (PDF firmado) Anexo 3 Memorias de cálculo
- Memorias de cálculo (Editable y PDF) Anexo 4 Cantidades de obra
- Planos (Editable y PDF)
- Memorias de cálculo (Editable y PDF) Anexo 5 Fuentes de materiales
- Resultados de los ensayos de laboratorio (PDF firmado) Anexo 6 Planos
- Planos generales (Editable y PDF firmado)
- Planos de detalle (Editable y PDF firmado) Anexo 7 Especificaciones particulares (Editable y PDF)

Los planos deben incluir como mínimo: norte, coordenadas, referenciación de calles, carreras o nombres de las vías, tabla de convenciones, así como la información general y de detalle que se requiera para la construcción o materialización de lo que se presenta en el plano. Así mismo, deben encontrarse firmados por los especialistas responsables de su elaboración y revisión.

Descripción	**Nombre**	**Cargo**	**Firma**
Elaboró:	Juan Gerardo Galeano Mateus	Contratista – SDO - SDHT	
Aprobó:	Camilo Eduardo Torres Muñoz	Contratista – SDO – SDHT – Gerente Cables	