

ANEXO 3.3

ANEXO TÉCNICO DE DIAGNÓSTICO PARA CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA BOGOTÁ

DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE

“Anexo técnico de diagnóstico para conservación de infraestructura vial para Bogotá”

Control de Versiones

Versión	Fecha	Descripción Modificación	Folios
1	29/03/2017	Se origina a partir de la versión 6 del Anexo técnico de diagnóstico para conservación de infraestructura vial para Bogotá.	

**INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO URBANO
DIRECCIÓN TÉCNICA DE ESTRATÉGICA**

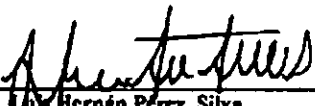
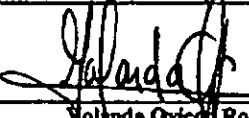
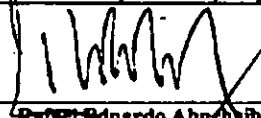
Validado por	Revisado por	Aprobado por
 Hernán Pérez Silva Director Técnico de Estratégica	 Yolanda Oviedo Rojas Directora Técnica de Proyectos	 Rafael Eduardo Abuchabbe López Subdirector General de Desarrollo Urbano

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1. CAPITULO. CONCEPTOS GENERALES	6
1.1 ALCANCE	6
1.2 SEGMENTOS TESTIGO Y NUEVAS TECNOLOGÍAS	7
1.2.1 Segmentos Testigo	7
1.2.2 Información de los Segmentos Testigo	8
1.2.2.1 Toma de deflexiones.....	8
1.2.2.2 Relación de soporte CBR	9
1.2.2.3 Tránsito.....	9
1.2.2.4 IRI.....	9
1.2.2.5 Levantamiento de Fallas.....	10
1.2.2.6 Medición de transferencia de carga	10
1.2.3 Nuevas Tecnologías	10
1.3 EMPLEO DE MATERIALES RECICLADOS O ALTERNATIVOS	11
1.4 REPORTE DE LA INFORMACIÓN DE DIAGNÓSTICO	12
1.4.1 Segmento-Calzada:	12
1.4.2 Losas de concreto	13
1.4.3 Reporte de información de diagnóstico de puentes peatonales.	16
1.4.4 Reporte de diagnóstico de andenes.	17
1.5 REPORTE INFORMACIÓN DE ELEMENTOS INTERVENIDOS	18
1.5.1 Segmento-calzada intervenido.	18
1.5.2 Losas intervenidas	20
1.5.2.1 Georreferenciación y entrega de información	20
1.5.2.2 Materialización del código de identificación de losa.....	21
1.5.3 Reporte de intervenciones en puentes peatonales.....	22
1.5.4 Reporte de intervenciones en andenes y mobiliario urbano	23
1.5.5 Reporte de intervenciones especiales.	24
1.5.6 Reporte de especificaciones técnicas particulares.....	24
1.10 SEGUIMIENTO Y CONTROL	24
1.11 INFORMACION SOBRE COSTO DEL PROYECTO.....	24
2. CAPITULO. EVALUACIÓN DE PAVIMENTO	25
2.1 DIAGNÓSTICO.....	25
2.1.1 Evaluación Superficial	25
2.1.1.1 Levantamiento de fallas y cálculo del Pavement Condition Index (PCI)	26
2.1.1.2 Consideraciones que se deben tener en cuenta	26
2.2 ESTUDIO DE TRANSITO.....	27
2.2.1 Introducción	27
2.2.2 Consideraciones generales para el estudio de tránsito en la etapa de diagnóstico.....	27
2.2.3 Productos a entregar	29
2.2.3.1 Metodología del estudio	29
2.2.3.2 Esquemas de la red vial e infraestructura	29
2.2.3.3 Cronograma de entrega de productos	29
2.2.3.4 Informe ejecutivo estudio de tránsito y transporte en la etapa de diagnóstico.....	29
2.3 FACTOR DAÑO.....	36
2.4 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	37
2.4.1 Introducción	37

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

2.4.2	Localización y frecuencia mínima de ensayos	37
2.4.3	Equipos.....	38
2.4.4	Calibración del FWD	38
2.4.5	Validación del equipo FWD.....	39
2.4.6	Medición de deflexiones con FWD	39
2.4.7	Recomendaciones para el uso del FWD	40
2.4.7.1	Factores que influyen en la determinación de deflexiones	40
2.4.7.2	Temperatura y humedad	41
2.4.7.3	Estado del pavimento	41
2.4.7.4	Espesores (capas delgadas).....	42
2.4.8	Determinación de espesores	42
2.4.9	Consideraciones para el empleo del georradar	43
2.4.10	Determinación de la condición estructural del pavimento	43
2.4.10.1	Pavimentos flexibles	44
2.4.10.2	Pavimentos rígidos.....	48
2.4.10.3	Vías en afirmado.....	50
2.5	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.	50
2.5.1	Introducción	50
2.5.2	Hipótesis de la metodología	51
2.5.3	Preclasificación	51
2.5.3.1	Preclasificación por estado superficial	51
2.5.3.2	Preclasificación por estado estructural	52
2.5.4	Determinación de la condición del pavimento	54
2.5.4.1	Pavimentos flexibles.....	54
2.5.4.2	Pavimentos rígidos	57
2.5.5	Afirmados.....	58
2.6	CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN	58
2.7	RECOMENDACIONES PARA EL DIAGNOSTICO, INTERVENCIÓN Y PARÁMETROS DE DISEÑO.	59
2.7.1	Recomendaciones para diagnostico e Intervenciones.....	59
2.7.2	Parámetros de diseño.....	59
2.7.2.1	Período de diseño	59
2.7.2.2	Confiabilidad	59
2.7.2.3	Metodología para cálculo de refuerzos.....	60
2.7.2.4	Estudios para reconstrucciones.....	60
2.7.2.5	Diseño de Refuerzos.....	60
2.7.2.5.1	Pavimentos flexibles.....	60
2.7.2.5.2	Pavimentos rígidos	61
2.7.2.5.3	Afirmados	65
2.8	INTERVENCIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	66
2.8.1	Tipo de Intervención	66
2.8.1.1	Intervenciones para Estrategias de Mantenimiento, Rehabilitación o Reconstrucción:	66
2.8.1.1.1	Mantenimiento.....	66
2.8.1.1.2	Rehabilitación	67
2.8.1.1.3	Reconstrucción	67
2.8.2	Intervenciones para Pavimentos Flexibles.	68
2.8.3	Intervenciones para Pavimentos Rígidos.....	70
2.8.4	Intervenciones para Afirmados	72
2.9	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	73
2.9.1	Especificaciones particulares	73
2.9.1.1	Reposición total o parcial de losas de concreto hidráulico	73

2.9.1.2	Sello de grietas y reposición de sello de juntas en pavimentos de concreto hidráulico	79
2.10	CONDICIONES DE RECIBO	82
2.10.1	Condiciones Estructurales	82
2.10.1.1	Verificación de la condición de recibo del pavimento	82
2.10.1.2	Transferencia de cargas	83
2.11	NORMATIVA	86
2.12	DEFINICIONES Y SIGLAS.	86
3	CAPITULO. DIAGNÓSTICO, TOMA DE INFORMACIÓN E INTERVENCIÓN EN LA	
	MALLA VIAL RURAL	89
3.1	ALCANCE.	89
3.2	DIAGNÓSTICO.....	89
3.2.1	Afirmados.....	89
3.3	TOMA DE INFORMACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN	90
3.3.1	Suministro e instalación de postes de referencia.	90
3.3.2	Toma de información georreferenciada en tracks de los corredores viales a intervenir incluidas las obras de arte.	93
3.4	INTERVENCIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA VÍAS RURALES	
	95	
3.4.1	Tipo de Intervención	95
3.4.1.1	Mantenimiento.....	95
3.4.1.1.1	Mantenimiento rutinario	95
3.4.1.1.2	Mantenimiento periódico	95
3.4.1.2	En afirmados:	96
3.4.2	Especificaciones técnicas.	97
4	REFERENCIAS.	98

INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como finalidad la descripción de las actividades que se deben realizar para determinar el estado de las estructuras que hacen parte de la infraestructura vial, asociadas al programa de conservación.

Es así como se plantean elementos que apuntan al análisis de pavimento flexible y rígido, espacio público (andenes) y puentes peatonales, para que de acuerdo con estos elementos y con las herramientas técnicas necesarias, se definan las intervenciones a realizar desde el concepto de la Conservación.

Adicionalmente, el documento presenta elementos técnicos relacionados con las posibles intervenciones, especificaciones, documentos de soporte, control, seguimiento y retroalimentación del programa.

El documento consta de cuatro capítulos, el primero corresponde a la definición, alcance, recomendaciones y condiciones generales de las actividades de diagnóstico, e intervención, el segundo capítulo presenta los elementos asociados a la evaluación de pavimento, el tercer capítulo corresponde a las consideraciones para diagnóstico e intervención de andenes y los elementos de diagnóstico para puentes peatonales y el cuarto capítulo establece las condiciones y recomendaciones para el diagnóstico e intervenciones en la malla vial rural.

El presente documento fue elaborado única y exclusivamente para la ejecución del proyecto del cual hace parte como anexo.

1. CAPITULO. CONCEPTOS GENERALES

1.1 ALCANCE

El presente documento es el resultado de un proceso de revisión bibliográfica del estado del arte para procesos de conservación vial, que adicionalmente pretende, mediante las experiencias obtenidas de la ejecución de contratos de mantenimiento, y al seguimiento del programa de Distritos de Conservación, con el propósito de mejorar las condiciones para la toma de decisiones correspondientes al diagnóstico y la definición del tipo de intervención.

Las metodologías que se desarrollan en el presente documento están soportadas en el análisis de experiencias y condiciones locales, así como en la revisión y análisis de documentos internacionales y metodologías ampliamente probadas y aplicadas con éxito.

Es así que para cada componente, se plantean metodologías particulares que atienden las condiciones propias de cada estructura, en tal sentido, se presenta metodologías de diagnóstico para pavimentos, andenes y puentes peatonales.

La metodología para el diagnóstico y definición de intervenciones para pavimentos se apoya en la determinación de los estados superficiales y estructurales del pavimento, soportado en las metodologías PCI y AASHTO, las cuales se deben aplicar fielmente.

La metodología para la definición de las actividades de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, asume como premisa que las redes de servicios públicos existen y están en buen estado, sin embargo es indispensable realizar el inventario y diagnóstico de la operación y funcionamiento de las redes.

Corresponde al contratista, la definición de los espesores de refuerzo o actividades de mantenimiento a realizar en cada segmento, producto del análisis de la información y aplicación de la metodología, aquí indicada.

La metodología para diagnosticar andenes, se apoya en los conceptos de movilidad o transitabilidad, accesibilidad y seguridad para los usuarios.

Básicamente, se pretende generar una herramienta de fácil empleo para determinar la condición del andén y posteriormente poder plantear actividades tendientes a mantener la estructura, garantizando acceso, seguridad, continuidad y movilidad a los andenes asociados a las calzadas que se intervengan.

De manera general y aplicable a todos los elementos de la infraestructura vial objeto de este documento, el tipo de intervención que se defina ejecutar corresponderá al resultado del estudio y análisis que adelante el contratista con aprobación del interventor, y lo que se indique al respecto en este documento. Se aclara que el alcance

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

del documento, es el de una guía que establece los elementos mínimos para determinar la condición de las estructuras en mención, si el contratista considera necesario realizar actividades adicionales a las previstas en la guía, éstas deberán ser aprobadas por el interventor.

Finalmente, se podrán realizar algunas intervenciones independientes a las arrojadas por las metodologías de diagnóstico, las cuales se denominan intervenciones especiales, como mejoramientos geométricos, reparaciones puntuales y atención de emergencias.

1.2 SEGMENTOS TESTIGO Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

1.2.1 Segmentos Testigo

El IDU, podrá evaluar nuevas tecnologías en el área de los pavimentos para lo cual empleará tramos testigos, esta evaluación aplicará para proyectos cuya duración sea igual o superior a 12 meses.

En el marco de la administración de pavimentos y con el fin de predecir el deterioro que pueden sufrir dichos pavimentos a lo largo de su vida útil, se utilizan distintos tipos de modelos de comportamiento (o deterioro). Estos modelos, por lo general, corresponden a expresiones matemáticas que permiten predecir la posible evolución del estado del pavimento en el tiempo, con base en el conocimiento del mismo al momento de la puesta en servicio y al momento de la realización del análisis; además, permiten pronosticar los efectos, a corto y largo plazo, de la intervención realizada sobre ellos, con el objeto de realizar estimaciones razonables tanto en las oportunidades en que sea necesario llevar a cabo alguna acción de conservación, como el nivel de deterioro resultante luego de la misma y su progresión en el tiempo.¹

Existen dos ámbitos en los cuales se calibran los modelos de deterioro, a saber: ámbito de red y ámbito de segmentos testigo. La calibración que se llevará a cabo como producto de este contrato corresponde a la calibración en el ámbito de segmentos testigo.

La metodología se basa en la selección de segmentos que hayan sido intervenidos y en la posterior toma de datos de diagnóstico sobre estos segmentos durante varios años, de manera que se pueda registrar la evolución de los diferentes deterioros en un conjunto de segmentos testigo. Con base en los datos recopilados, se ajustan los modelos de deterioro para cada segmento testigo por separado, utilizando las ecuaciones provistas en el modelo HDM-IV, lo que permitirá obtener factores de calibración para segmento testigo. Por último, se obtienen los factores de calibración de aquellos segmentos restantes de la red, asignándole a cada segmento de la red el

¹ De Solminihaç, H. "Gestión de Infraestructura Vial". Ediciones Universidad Católica de Chile. Segunda Edición. Santiago de Chile 2001.

factor de calibración correspondiente a un segmento testigo que tenga las mismas características estructurales y de tipo de superficie.

Para que se pueda utilizar un segmento como testigo, se deben conocer todos los aspectos relacionados con su construcción, las propiedades de los materiales que conforman la estructura, así como las solicitudes de tráfico. Por lo tanto, los segmentos testigo serán escogidos entre aquellos a los cuales se les lleve a cabo intervenciones de reconstrucción o construcción. Sin embargo, eventualmente, se podrán escoger segmentos a los cuales se les haya llevado a cabo actividades de mantenimiento.

Los segmentos testigo serán escogidos por el IDU. La metodología para la toma de datos periódica sobre los segmentos testigo es la siguiente:

En el plazo de ejecución de la obra sobre el segmento, se entregará al IDU el mismo dato que el contratista levanta para la actualización de la base de datos del IDU. Luego, cada seis meses, contados a partir de la fecha de intervención del segmento, siempre y cuando este dentro de los plazos contractuales, se tomarán los siguientes datos de diagnóstico: levantamiento de fallas, cálculo del IRI utilizando equipos clase 1 para medir el perfil, medición de deflexión (pavimentos flexibles), medición de transferencia de carga (pavimentos rígidos), estudio de tráfico y procesamiento de información.

Teniendo en cuenta las características de este estudio, la información deberá ser levantada por el interventor o por quien sea designado por el IDU, teniendo en cuenta los siguientes aspectos.

Si dentro de los segmentos objeto del contrato se identifica un segmento que hay sido considerado como “Segmento testigo” en programas de conservación anteriores, se deberá realizar el diagnóstico correspondiente teniendo en cuenta las condiciones de toma de información para este tipo de segmentos y reportar esta particularidad.

1.2.2 Información de los Segmentos Testigo

1.2.2.1 Toma de deflexiones

Se medirá con FWD de acuerdo a lo establecido en la norma INV-E-798 vigente o aquella que la sustituya, y la calibración del equipo se hará de acuerdo a la Norma INV-E-797 vigente o aquella que la sustituya. La toma de deflexión siempre se hará sobre los mismos puntos de la calzada. Para esto, los puntos sobre los cuales se medirá la deflexión serán georreferenciados de acuerdo a lo establecido en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya.

Para los segmentos testigos, la toma de deflexiones se realizará, normalmente como un tramo cualquiera con las recomendaciones de localización y frecuencia descritas en este documento.

TIPO DE VÍA	SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE ENSAYOS	
	Longitud del segmento	Número de deflexiones (Por calzada)
Troncales	SEGMENTO < 50 m	2
	50 m < SEGMENTO < 100 m	3
	100 m < SEGMENTO < 150 m	4
	150 m < SEGMENTO < 200 m	6
	200 m < SEGMENTO < 250 m	7
	SEGMENTO > 250 m	Cada 30 m
	La medida se deberá realizar en el carril más desfavorable en la huella externa, por sentido y por calzada, para flexibles. Para pavimentos rígidos la medida se deberá realizar en el centro de la losa por sentido. Mínimo se realizarán dos medidas por calzada.	

En los segmentos testigo se tomarán deflexiones en cada capa granular terminada, a lo largo del segmento, una vez cada 100 m uno por segmento, medidos en cada carril. La información obtenida de deflexiones medidas en cada capa se entregará al IDU, como reporte obligatorio y no será causal de aceptación o rechazo de la actividad de obra.

1.2.2.2 Relación de soporte CBR

El CBR se tomara únicamente para tramos testigo y corresponderá al ensayo realizado para los estudios y diseños en segmentos que sean definidos para reconstrucción.

Para la determinación del CBR de la subrasante, en los segmentos testigo, se realizará de acuerdo con la metodología INV-E "Relación de Soporte del Suelo en el Laboratorio", procedimiento para el ensayo sobre muestras inalteradas.

1.2.2.3 Tránsito

Se hará de acuerdo a lo establecido en el numeral "Estudio de Transito" del presente documento.

1.2.2.4 IRI

El levantamiento del perfil longitudinal y el cálculo del IRI se harán de acuerdo a lo establecido en las normas ASTM-E950, ASTM-E1364 y ASTM-E1926. El perfil longitudinal siempre se medirá sobre la misma línea de circulación. Para esto, la línea de medición será georeferenciada de acuerdo a lo establecido en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya.

1.2.2.5 Levantamiento de Fallas

El contratista deberá relevar el tipo, extensión y severidad, así como la georreferenciación de los daños superficiales presentes en los segmentos testigo.

El levantamiento de los daños superficiales se hará de acuerdo a la metodología establecida en la norma ASTM D 6433 vigente. Es necesario precisar que el levantamiento de los daños superficiales deberá ser realizado de manera visual, a pie y por un ingeniero que haya ejecutado esta labor, al menos, en un contrato de diagnóstico vial. En cuanto al ancho de las fisuras, no se aceptará que el contratista lo estime por apreciación visual. Éste deberá ser medido en campo con una metodología que permita obtener una precisión de 1 mm.

El levantamiento de fallas, diagnóstico, georreferenciación y cálculo de índices del estado del pavimento se entregará al IDU de acuerdo a lo establecido en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya.

Para el levantamiento de fallas de pavimentos y andenes, el contratista podrá utilizar equipos de alto rendimiento, para lo cual la DTE aprobará previamente la metodología de toma y procesamiento de información, de ser aceptado el equipo y la metodología, el contratista deberá entregar los archivos e imágenes georreferenciadas obtenidas, la actividad y la entrega de información no debe generar mayores costos para el IDU.

1.2.2.6 Medición de transferencia de carga

Para pavimentos rígidos, se medirá con FWD. La toma de deflexión para medir la transferencia de carga siempre se hará sobre los mismos puntos de la calzada. Para esto, los puntos sobre los cuales se medirá la deflexión serán georreferenciados de acuerdo a lo establecido en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya.

Esta actividad no tendrá pago adicional pues hace parte de la información requerida para la actualización de la base de datos.

1.2.3 Nuevas Tecnologías

El IDU podrá utilizar contratos para evaluar nuevas tecnologías en el área de los pavimentos para lo cual empleará tramos testigos, esta evaluación de nuevas tecnologías aplicará para contrataros cuya duración sea igual o superior a 12 meses, sin embargo para contratos con duración menor donde el contratista proponga alguna nueva tecnología, se deberá presentar y proponer al IDU durante los primeros tres meses del contrato.

Cualquier tecnología que se desee emplear y validar en los tramos testigo, deberá ser presentada oportunamente y soportada técnicamente al IDU, quien definirá su aplicación. La información de soporte deberá ser completa y no tener restricción para su evaluación.

En los tramos donde se decida evaluar alguna nueva tecnología, se someterán a análisis para definir la pertinencia de exigir garantías de estabilidad, para lo cual se deberá solicitar concepto previo a la Dirección Técnica de Gestión Contractual.

1.3 EMPLEO DE MATERIALES RECICLADOS O ALTERNATIVOS

Dentro de las políticas de acciones y actividades amigables con el medio ambiente, se deberá proponer como primera alternativa en actividades de rehabilitación de ser posible o de reconstrucción, el empleo de materiales reciclables o técnicas de reciclado.

Así mismo, en la etapa de diagnóstico y posterior diseño, asociado a las actividades de rehabilitación o reconstrucción deberán tener en cuenta lo siguiente:

La utilización de materiales de construcción reciclados provenientes de los centros de tratamiento y/o aprovechamiento de escombros de obras viales legalmente constituidos y/o la reutilización in situ de aquellos generados durante las etapas constructivas, teniendo en cuenta lo dispuesto por la Resolución 01115 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”, de la Secretaría Distrital de Ambiente.

El uso de mezclas asfálticas mejoradas con grano de caucho reciclado de llantas usadas, de acuerdo con la Decreto 265 de 2016, de la Alcaldía Mayor de Bogotá.

Teniendo en cuenta lo anterior y dentro de la ejecución de los procesos de construcción y conservación del sistema de movilidad y del sistema de espacio público, el Contratista deberá optar como primera alternativa en la definición e inclusión de los materiales de obra, en los diseños e intervenciones propuestas para las actividades de rehabilitación y reconstrucción, por aquellos que se obtengan durante la excavación y logre tratar, aprovechar y reutilizar in situ, así como de los que reutilice de otros frentes de obra que adelante el Instituto, y de igual forma sobre los reciclados provenientes de los Centros de tratamiento y/o aprovechamiento de escombros (fijos y móviles) legalmente constituidos, autorizados por la Autoridad Ambiental competente, con el fin de instalarlos nuevamente en la obra.

Si esto no fuera posible se deberá demostrar que los materiales no son aptos técnicamente para su reutilización en su estado actual ni con tratamientos posteriores o que en las actividades de obra no son aplicables. En todo caso, la Interventoría deberá validar tal situación, mediante las evaluaciones, ensayos y pruebas correspondientes y dará autorización para que a estos materiales se le realice disposición final, en los sitios

autorizados por la Autoridad Ambiental competente y por la Coordinación Ambiental del IDU e incluidos en el PIPMA.

Como excepción, al empleo de materiales reciclados quedará restringida la aplicación de la misma en proyectos de puentes, pontones, pasos deprimidos, edificaciones y obras de estabilización de taludes.

1.4 REPORTE DE LA INFORMACIÓN DE DIAGNÓSTICO

La información obtenida de las labores de diagnóstico, de cada uno de los elementos de la sección transversal que hacen parte del alcance del contrato (calzada, andén y puente), se deberá entregar así:

1.4.1 Segmento-Calzada:

Toda la información obtenida del diagnóstico de pavimentos, tanto para aquellos segmentos intervenidos como aquellos que no sean, deberá reportarse según lo indicado en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya, el reporte se realizará terminada la etapa de diagnóstico y posteriormente mes a mes a medida que se intervengan los segmentos, actualizando la información correspondiente al tipo de intervención efectuada. Lo anterior aplica también para los tramos testigo y las nuevas tecnologías que se llegue a implementar.

Los ensayos y/o análisis de diagnóstico a nivel de calzada a reportar según lo indicado en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya son los siguientes:

Información general:

- Código de elemento (asignado por el IDU)
- Tipo pavimento
- Funcionalidad
- Número de carriles
- Sentido tránsito

Datos de geometría:

- Longitud
- Ancho promedio
- Área
- Pendiente longitudinal
- Pendiente bombeo

Información de Diagnóstico:

- IRI incluido el perfil
- Deflectometría
- PCI
- CBR
- Tráfico Promedio Diario inicial, para autos, buses, camiones, articulados, biarticulados
- Ejes equivalentes iniciales
- Tráfico Promedio Diario proyectado, para autos, buses, camiones, articulados, biarticulados
- Ejes equivalentes finales
- Espesores de capas
- Transferencia de cargas
- Ensayos de materiales asociados al diagnóstico
- Número estructural efectivo - SNefec
- Número estructural requerido - SNreq

El contratista debe incorporar los ensayos y/o análisis correspondientes a cada tipo de pavimento: flexible o rígido cuando corresponda. Si el tipo de pavimento es concreto rígido, se debe suministrar los planos correspondientes a losas de acuerdo a lo descrito en el presente documento.

1.4.2 Losas de concreto

El objeto del Acuerdo 444 de 2010 es "Establecer herramientas para el control ciudadano sobre la calidad de las obras de las Fases del Sistema Transmilenio, a través de la identificación de las losas remplazadas o reparadas de las diferentes troncales", lo cual implica contar con un inventario de las losas construidas asociándoles como mínimo las variables solicitadas en el acuerdo, referentes a:

- Nombre de la Troncal
- Número de losas que han sido remplazadas o reparadas
- Localización exacta
- Número de reparaciones o remplazos efectuados en cada losa
- Fechas de las reparaciones o remplazos.
- Costos de las reparaciones o remplazos
- Nombre de los contratistas que realizaron las reparaciones o remplazos
- Nombre de los Interventores
- Resumen ejecutivo de las obras realizadas y de los informes de las interventorías.

Para atender lo anterior y con el fin de registrar en la base de datos geográfica del IDU - SIGIDU la trazabilidad de las ejecuciones realizadas en las losas de concreto, el contratista debe georreferenciar y registrar la información de geometría, diagnóstico e

inventario detallado de cada losa objeto del contrato de acuerdo a lo establecido en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya.

Toda la información obtenida del diagnóstico de losas, tanto para aquellas losas intervenidas como aquellas que no sean, deberá reportarse según lo indicado en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya, este reporte se realizará terminada la etapa de diagnóstico y posteriormente mes a mes a medida que se intervengan las losas de cada segmento, actualizando la información correspondiente al tipo de intervención efectuada. Los planos y archivos digitales correspondientes a las losas diagnosticadas se deben reportar al IDU en un plazo máximo de 30 días.

El IDU suministrará al contratista las coberturas digitales de: losas, calzadas-segmento y sardineles correspondientes a los segmentos viales a intervenir, los cuales se deben utilizar como referencia.

El contratista deberá realizar la modulación y georreferenciación de todas las losas de las calzadas-segmento levantadas con procedimientos topográficos georreferenciadas mediante amarre aplacas IGAC con poligonal cerrada con aproximación mínima de 1:20.000.

El contratista debe asignar el Código de Identificación de Losa a todas las losas que conforman las calzadas diagnosticadas, acuerdo a la metodología establecida por la Dirección Técnica Estratégica para tal fin, la cual se detalla más adelante,

El contratista debe asignar a cada losa diagnosticada, la información solicitada en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya así:

Datos generales:

- Código de la losa
- Funcionalidad
- Nombre de la Troncal

Información de geometría:

- Longitud
- Ancho
- Área
- Espesor losa
- Espesor estructura de apoyo

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

- Control de erosión
- Elementos embebidos
- Confinamiento externo

Información de diagnóstico:

- Tipo de fallas
- Severidad de la falla
- Extensión de la falla
- Estado de la losa
- Sentido tránsito

La metodología para la codificación de las losas es la siguiente:

(CCCCCCCC);(X);(Y);(Z);(# # # #)

Dónde:

Las primeras ocho posiciones o dígitos (CCCCCCCC) corresponden al código de elemento calzada a la cual pertenece la losa.

La novena posición (X) corresponde a una letra T ó M la cual representa el tipo de calzada: T Transmilenio y M Mixta.

La décima posición (Y) corresponde a la ubicación de la calzada enumerándose de izquierda a derecha en el sentido de avance de la nomenclatura vial

La undécima (Z) posición indica la ubicación del carril en su respectiva calzada enumerándose de izquierda a derecha en el sentido de avance de la nomenclatura vial.

Las cuatro últimas pociones (# # # #) corresponden al número de la losa en cada carril iniciando su numeración en el sentido del avance de la nomenclatura vial.

En el caso de presentarse durante su intervención alguna modificación de consideración en la modulación de alguna de las losas existentes (subdivisión ó agrupación de losas), se deberá establecer la codificación de acuerdo al concepto catastral de englobe y desenglobe de una unidad predial. Por ejemplo, si inicialmente en una calzada existían 20 losas codificadas del 1 al 20 y por intervención la losa 10 se dividiera en 2 nuevas losas estas tendrán los códigos 21 y 22 respectivamente, para lo cual la calzada quedaría conformada por 21 losas.

A continuación se detalla cada variable:

Código del elemento: Es el código único asignado a cada elemento (o grupo de elementos) del inventario, que para el caso corresponde al código de la calzada que será suministrado por el Instituto.

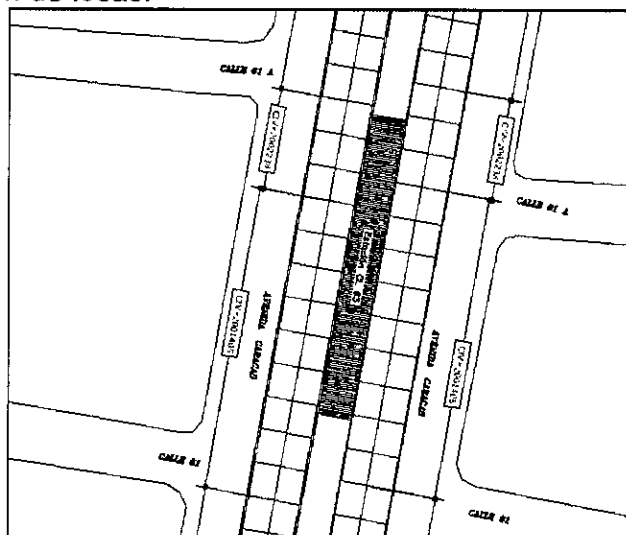
Tipo de calzada: Corresponde al valor alfanumérico que indica si la calzada es de servicio Mixto o Transmilenio. Para lo cual, se asigna M y T, siendo M la calzada mixta y T la calzada solo bus de Transmilenio.

Ubicación de la calzada: Valor numérico que indica la posición de la calzada en concreto hidráulico. Su numeración se asigna de izquierda a derecha en el sentido que aumenta la nomenclatura.

Ubicación del carril: Dato numérico que indica la posición del carril dentro de una determinada calzada. Su numeración se asigna contando de izquierda a derecha en el sentido que aumenta la nomenclatura.

Número de losa: Dato numérico consecutivo que se asigna a cada losa existente dentro del carril, contando en el sentido de avance de la nomenclatura vial.

Esquema codificación de losas.



(CCCCCCCC);(X);(Y);(Z);(# # # #)

1.4.3 Reporte de información de diagnóstico de puentes peatonales.

El contratista suministrará en un archivo Excel la siguiente información del diagnóstico del puente peatonal:

Calificaciones asociadas al puente:

- Riesgo
- Amenaza
- Vulnerabilidad

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

Calificaciones de riesgo, amenaza y vulnerabilidad asociadas a los siguientes componentes del puente:

- Superestructura
- Estructura
- Cimentación
- Accesorios

Para lo anterior la DTE suministrará al inicio del contrato en formato CAD los contornos de los puentes inventariados y su respectivo código de identificación en formato xls (Excel).

Adicionalmente, el contratista realizará un informe relacionando con el diagnóstico del puente peatonal, tipo y descripción de la alternativa de intervención relacionando los parámetros técnicos y materiales a utilizar.

1.4.4 Reporte de diagnóstico de andenes.

Toda la información obtenida del diagnóstico de andenes, tanto para aquellos intervenidos como aquellos no intervenidos, deberán reportarse según lo indicado en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya, este reporte se realizará terminada la etapa de diagnóstico y posteriormente mes a mes a medida que se intervengan los andenes objeto del contrato, actualizando la información correspondiente al tipo de intervención efectuada. Los planos y archivos digitales correspondientes a los andenes diagnosticados se deben reportar al IDU en un plazo máximo de 30 días.

El IDU suministrará al contratista las coberturas digitales de: calzadas-segmento, sardineles, andenes y mobiliario urbano disponible correspondientes a los segmentos viales a intervenir los cuales se deben utilizar como referencia para realizar el ajuste cartográfico de los polígonos de andenes de ser necesario. El contratista deberá dibujar y/o ajustar los andenes y el mobiliario urbano e incorporar la siguiente información según lo indicado en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya:

Información general

- Código de elemento (asignado por el IDU)

Información de geometría:

- Longitud
- Ancho promedio
- Área

Información de estado

- Índice de condición del mobiliario urbano - ICEMU
- Índice de condición de andenes y separadores ICEA
- Elemento Homologado
- Elemento homogéneo
- Estado
- Obstáculos
- Funcionalidad del mobiliario
- Estado de mobiliario

La información de estado se incorporará para aquellos andenes y elementos del mobiliario urbano objeto del contrato que aplique su calificación.

1.5 REPORTE INFORMACIÓN DE ELEMENTOS INTERVENIDOS

1.5.1 Segmento-calzada intervenido.

Toda la información de los segmentos-calzada intervenidos, deberá reportarse en medio físico y digital máximo al mes de iniciada su intervención, de acuerdo al formato FO-IC-02 reporte para la actualización de los estudios, diagnósticos, diseños e intervenciones realizadas en la infraestructura vial de la ciudad vigente o aquella que lo sustituya.

Una vez terminada la intervención del segmento-calzada y máximo al mes siguiente el contratista debe entregar los planos y archivos con la siguiente información de acuerdo a lo establecido en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya, y sea pertinente con la actividad adelantada:

Información general

- Código de elemento (asignado por el IDU)
- Tipo pavimento
- Funcionalidad
- Número de carriles

Datos de geometría:

- Longitud
- Ancho promedio
- Área
- Pendiente longitudinal
- Pendiente bombeo

Información básica de la estructura del pavimento:

- Fecha de recibo
- Número de capas instaladas
- Espesor de cada capa instalada
- Granulometría de cada capa
- Tipo de estabilización

Propiedades del asfalto:

- Tipo
- Penetración
- Punto de ablandamiento original
- Punto de ablandamiento envejecido

Propiedades de los pétreos:

- Desgaste en seco a 500 revoluciones
- Desgaste en seco a 100 revoluciones
- Desgaste relación húmedo/seco a 500 revoluciones
- CBR
- Porcentaje Pasa 200
- Porcentaje cara fracturada
- Equivalente arena
- Índice de plasticidad
- Micro Deval
- Porcentaje MBR
- Azul de metileno

Propiedades de la mezcla asfáltica:

- Tipo de ligante
- Porcentaje de asfalto en la mezcla
- Porcentaje de emulsión
- Estabilidad de la mezcla
- Flujo de la mezcla
- Porcentaje de vacíos
- TSR
- Módulo dinámico
- Ley de fatiga; Épsilon 6 y Pendiente B

Información del estado del pavimento:

- IRI incluido el perfil
- Deflectometría.
- PCI

Información del geosintético:

- Tipo
- Especificación.

1.5.2 Losas intervenidas.

1.5.2.1 Georreferenciación y entrega de información

A partir de la modulación y georreferenciación de las losas realizada en la etapa de diagnóstico el contratista debe suministrar la siguiente información según lo indicado en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya:

Datos generales:

- Código de la losa
- Funcionalidad
- Nombre de la Troncal
- Fechas de recibo.
- Costo de las intervención
- Nombre del contratista
- Nombre del interventor
- Póliza del contrato

Información de geometría:

- Longitud
- Ancho
- Área
- Espesor losa
- Espesor estructura de apoyo
- Control de erosión
- Elementos embebidos
- Confinamiento externo
- Sentido tránsito

Información de inventario

- Barras de amarre
- Barras pasajuntas
- Valor deducido
- Tipo de refuerzo
- Módulo de rotura
- Transferencia de cargas
- Estado

De ser necesario el contratista ajustará la modulación de las losas, de acuerdo a la ejecución final.

1.5.2.2 Materialización del código de identificación de losa

El contratista deberá colocar embebida en el concreto una plaqueta metálica con el código de identificación de la losa en algunas losas intermedias de acuerdo a la siguiente metodología:

Para las calzadas intervenidas se debe materializar como mínimo la primera y última losa de cada carril.

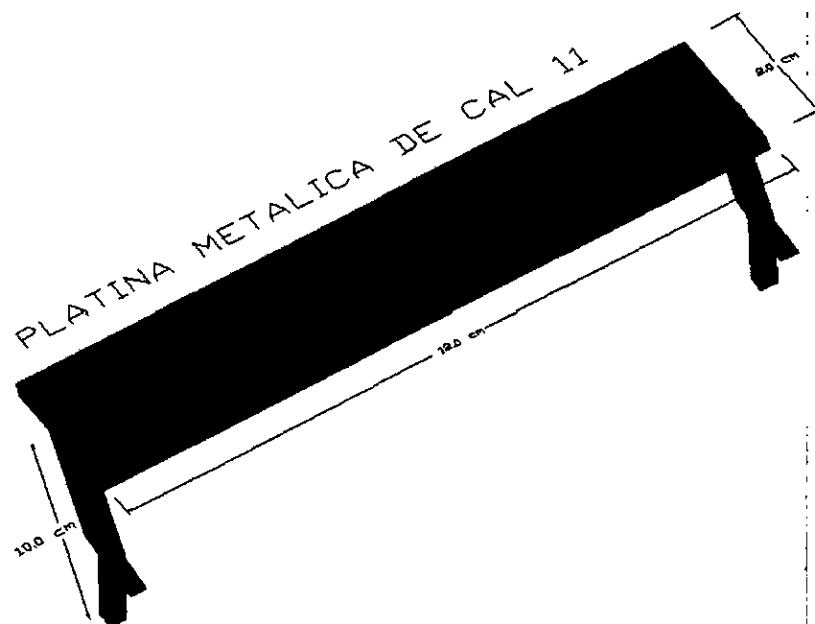
La plaqueta con el código de identificación de losa, de las losas intervenidas se debe colocar en las esquinas superiores de los extremos de los carriles las cuales deben quedar embebidas en la losa reparada y a nivel de ésta.

La especificación de la plaqueta es la siguiente:

Tipo de material: Aluminio o cobre (lo selecciona el contratista)

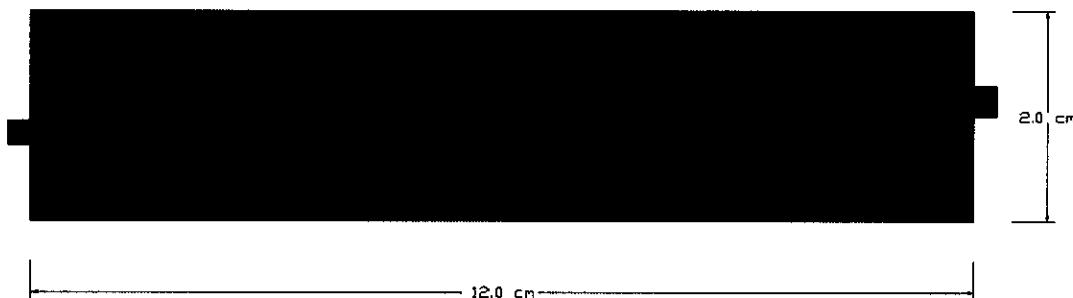
Dimensiones de la lámina: 12 cms por 2 cms, calibre 11.

El código de identificación de losa se debe grabar en bajo relieve con una altura de texto de 1 cm. El diseño de la plaqueta es el siguiente:



Diseño platina metálica

PLATINA METALICA DE CAL 11



Detalle platina metálica

1.5.3 Reporte de intervenciones en puentes peatonales

Los planos récord georreferenciados de los puentes intervenidos se suministrarán de acuerdo a lo establecido en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya, incorporando la siguiente información:

Información general:

- Código del puente
- Consecutivo
- Zona sísmica
- Tipo de puente
- Tipo de estructura
- Nivel
- Corredor vial
- Identificación de los elementos del puente
- Ubicación en la red de emergencia
- Equipo de monitoreo
- Cantidad equipo de monitoreo

Información geometría:

- Longitud
- Ancho
- Área de elementos
- Galibo
- Tipo de intervención por elemento

Los archivos y planos record deben entregarse en plazo máximo de un mes a partir de la fecha de recibo por parte de la interventoría.

1.5.4 Reporte de intervenciones en andenes y mobiliario urbano

Toda la información correspondiente a intervención de andenes y mobiliario urbano deberá reportarse según lo indicado en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya, este reporte se realizará mensualmente a medida que se intervengan los andenes y mobiliario urbano objeto del contrato, actualizando la información correspondiente al tipo de intervención efectuada. Los planos y archivos digitales correspondientes a los andenes diagnosticados se deben reportar al IDU en un plazo máximo de 30 días de recibidos por parte de la interventoría.

Con la información geográfica obtenida de la etapa de diagnóstico y de ser necesario el contratista deberá dibujar y/o ajustados los andenes y el mobiliario urbano e incorporar la siguiente información según lo indicado en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya:

Información general:

- Código de elemento (asignado por el IDU)

Información de geometría:

- Longitud
- Ancho promedio
- Área

Información de intervención:

- Área según tipo de material
- Índice de condición del mobiliario urbano - ICEMU
- Índice de condición de andenes y separadores ICEA
- Elemento Homologado
- Elemento homogéneo
- Estado
- Obstáculos
- Funcionalidad del mobiliario
- Estado de mobiliario

Información de la intervención.

Cuadro resumen indicando los elementos intervenidos, causa de la intervención, comparativo antes y después de la intervención de la estructura incluidas fotografías y proceso de la intervención implementada en campo.

1.5.5 Reporte de intervenciones especiales.

Toda la información de las intervenciones especiales realizadas se reportará en medio físico y digital máximo al mes realizada su intervención, de acuerdo al formato FO-IC-02 reporte para la actualización de los estudios, diagnósticos, diseños e intervenciones realizadas en la infraestructura vial de la ciudad vigente o aquella que lo sustituya.

Los planos y archivos correspondientes a las intervenciones especiales se deberán presentar de acuerdo a lo establecido en la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente o aquella que la sustituya.

1.5.6 Reporte de especificaciones técnicas particulares.

En cumplimiento de la Resolución IDU N° 66431 de 2015 "Por la cual se adopta y se asegura la calidad de la información de los datos contenidos en el Sistema de Información Integral para la Planeación y Seguimiento de la Infraestructura Vial y el Espacio Público", se debe hacer entrega a la Dirección Técnica Estratégica, las Especificaciones particulares o no previstas generadas y aplicadas durante la ejecución del contrato.

1.10 SEGUIMIENTO Y CONTROL

El seguimiento de las actividades e intervenciones que se realicen durante la ejecución de los contratos, se realizará por parte de la Subdirección General de Desarrollo Urbano, a través de la Dirección Técnica de Proyectos.

Mediante comités de seguimiento, donde asistirán los supervisores de cada contrato por parte de la Dirección Técnica de Mantenimiento y los profesionales delegados por la Dirección Técnica de Proyectos, se presentarán los avances de metas físicas y las solicitudes de modificación de segmentos a intervenir.

Toda modificación así como los reportes de intervenciones terminadas y recibidas, se deberán reportar en estos comités y hacer entrega oficial de la información a la Dirección Técnica Estratégica para control y actualización de la base de datos.

1.11 INFORMACION SOBRE COSTO DEL PROYECTO

Al final el contrato y en el CD que contiene la información de los planos récord, el contratista debe incluir la siguiente información en formato Excel:

- Precios unitarios desglosados utilizados para el pago de actas.
- Precios índice de construcción con los precios y cantidades utilizadas en el proyecto:
 - Para calzadas en Km/carril
 - Para andenes en M2

2. CAPITULO. EVALUACIÓN DE PAVIMENTO

Este capítulo correspondiente al análisis para pavimentos, contiene los siguientes puntos, a saber:

Diagnóstico: Está compuesto por tres partes:

En la primera parte de este capítulo se describe el tipo de información que se debe tomar y los procedimientos para la adquisición de esta información.

La segunda parte contiene la descripción de la metodología para determinar la condición del pavimento, de acuerdo a la información tomada en la primera parte.

La tercera parte resume los métodos y consideraciones a tener en cuenta para el diseño de las rehabilitaciones y reconstrucciones.

Intervenciones y Especificaciones: En este punto se describen las intervenciones que se deben adelantar en los segmentos diagnosticados, de acuerdo a la condición de los mismos. Así mismo, en este capítulo se relacionan las especificaciones de construcción de cada una de las actividades.

Condiciones de Recibo: En este punto se describen los parámetros que se deben medir para el recibo de obras, así como el procedimiento para la toma de los mismos.

Seguimiento y Reporte de la Información: En este punto se describen los parámetros que se deben medir para un adecuado seguimiento a los segmentos a los cuales se les hizo rehabilitación o reconstrucción. De la misma manera, se describe el procedimiento y la frecuencia con que se deben medir estos parámetros.

El tipo de intervención que se defina ejecutar corresponderá al estudio y análisis que adelante el contratista con aprobación del interventor, y lo que se indique al respecto en este documento obedece únicamente a una guía y no exime al contratista de la responsabilidad de proponer la mejor solución para cada caso.

Por otra parte, se define el procedimiento para el reporte de la información en la base de datos del Instituto de Desarrollo Urbano.

2.1 DIAGNÓSTICO

2.1.1 Evaluación Superficial

Para evaluar la condición superficial de cada uno de los segmentos objeto del proyecto, los contratistas deberán utilizar la metodología "Pavement Condition Index" (PCI), la cual fue desarrollada por el cuerpo de ingenieros del Ejército de Estados Unidos.

El cálculo del PCI se basa en los resultados de un estudio visual de la condición del pavimento, en el que se identifican el tipo, la extensión y la severidad del daño. El PCI se desarrolló para proveer un índice que representará la integridad estructural y la condición de operación superficial. La información de daños obtenida como parte del estudio de la condición superficial, necesaria para el cálculo del PCI, provee una visión de las causas de los deterioros y permite determinar si las fallas de un segmento son producidas por las cargas o por el clima.

El tipo de deterioro de la estructura de pavimento se manifiesta en función de la clase de daño, su severidad y cantidad o extensión de los mismos. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados fue un reto, debido al gran número de posibles combinaciones. Para superar esta dificultad, la metodología para calcular el PCI introdujo los “valores deducidos” como un tipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y extensión tiene sobre la condición del pavimento. Los valores deducidos fueron desarrollados basados en el profundo entendimiento del comportamiento del pavimento, así como el conocimiento de experimentados ingenieros de pavimentos, pruebas de campo, evaluación del procedimiento y descripciones precisas de los tipos y severidades de los daños.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en muy mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Cuadro No1. Rangos del PCI

PCI	
0 - 25	
26 - 55	NARANJA
56 - 85	AMARILLO
86 - 100	VERDE

Fuente: Pavement Management for Airports, Roads And Parking Lots: Shahin M.Y.

2.1.1.1 Levantamiento de fallas y cálculo del Pavement Condition Index (PCI)

El procedimiento para la toma del tipo, severidad y extensión de los daños de cada calzada, así como para el cálculo del PCI se realizará de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM D 6433 “Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys” vigente.

2.1.1.2 Consideraciones que se deben tener en cuenta

El PCI se tomará para todas y cada una de las calzadas objeto del contrato, cuya superficie sea pavimento flexible o rígido, teniendo en cuenta el área máxima de

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

análisis definida por la metodología y no se aplicará el concepto de muestreo para representar el total de la población a estudiar.

Se podrá adelantar el levantamiento de fallas mediante equipos de alto rendimiento o con el método tradicional de cuadrillas.

2.2 ESTUDIO DE TRANSITO

2.2.1 Introducción

El desarrollo del Estudio de Tránsito y Transporte del componente de diagnóstico, constituye la base técnica de análisis y evaluación para la selección de la alternativa de intervención requerida en los distintos escenarios para cada uno de los corredores incluyendo tróncales del sistema de transporte masivo y rutas alimentadoras. En la etapa de diagnóstico se efectuará el levantamiento de la información y las proyecciones de tránsito con lo cual se determinará las demandas de tránsito actuales y futuras de las vías que conforman el área de influencia directa.

2.2.2 Consideraciones generales para el estudio de tránsito en la etapa de diagnóstico

Para el desarrollo del estudio el Contratista debe considerar los siguientes aspectos que se relacionan a continuación:

El proceso estará acompañado por un delegado de la SDM y un delegado Transmilenio S.A. Se efectuarán reuniones de seguimiento mensual con un delegado de la SDM y un delegado de Transmilenio, el IDU y los Especialistas de Tránsito y Transporte de la Contratista e Interventoría para agilizar los procesos de revisión y aprobación de los productos a entregar del componente de tránsito y transporte.

Los productos a entregar deben ser revisados y aprobados por la Interventoría y la SDM. En el documento deben aparecer los nombres y firmas de los especialistas que realizaron los estudios al igual que el respectivo visto bueno de la Interventoría.

De conformidad con el Manual de Interventoría del IDU vigente, el Contratista debe revisar las actividades que le correspondan.

El seguimiento de la normatividad es solo una guía general y no exime al contratista de la responsabilidad legal que tiene sobre la calidad del diagnóstico, propuesta de intervención o de los estudios y diseños, por lo que deberá profundizar, ampliar y cubrir todo aspecto técnico no contenido en ella que deba ser tenido en cuenta de acuerdo con el objeto de la presente consultoría.

El IDU se reserva el derecho de solicitar análisis complementarios, o modificaciones, del Estudio de Tránsito y Transporte, en el evento que no satisfaga las condiciones establecidas, a solicitud de la Empresa Transmilenio S.A o de la SDM, en lo de sus competencias.

Las entidades Distritales no aceptarán información que no sea validada con los parámetros técnicos y en concordancia con el marco legal vigente.

Debe presentarse el resumen de la información primaria, secundaria y las conclusiones y recomendaciones útiles para el estudio, consignados en estudios previos y en desarrollo, entre los cuales se encuentran los siguientes:

Estudio para la Reformulación del Plan Vial de Transporte y de Espacio Público peatonal del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. del año 2005. Departamento Administrativo de Planeación Distrital.

Diseño técnico, legal y financiero del Sistema Integrado de Transporte Público para ciudad de Bogotá D.C 2006. Secretaria Distrital de Movilidad.

Estudio de Actualización y Validación de las Matrices de Transporte Público y Revisión de la Base de Datos de Oferta Física y Operativa del Modelo de Transporte de la Ciudad de Bogotá del año 2007. Secretaria Distrital de Movilidad.

Macromodelación de la malla vial arterial con información actualizada y con el tránsito futuro que se prevé en la Zona Norte; realizar mediciones, la micromodelación del tránsito y proponer soluciones en diversos sectores en los que se han detectado problemas de movilidad y realizar el estudio de tránsito para implementar los lineamientos en materia de movilidad del Plan Zonal del Centro de Bogotá D.C. del año 2008. Secretaria Distrital de Movilidad.

Decreto 190 del año 2004 – Compilación del Plan de Ordenamiento Territorial – POT.
Decreto 319 de Agosto 15 del 2006 – Plan Maestro de Movilidad para Bogotá.

Parámetros de Diseño Operacional del Sistema TransMilenio para la Fase III.

Manual para la recolección de información para la actualización de la base de datos de la malla vial espacio público y puentes – IDU 2005.

Unidades de Planeamiento Zonal – UPZ.

Aforos en intersecciones semaforizadas, STT, 2008 a 2011.

Parámetros de Diseño Operacional del Sistema TransMilenio para la Fase III.

Información suministrada por la Empresa Transmilenio S.A. en relacion con los parámetros operativos del sistema de transporte masivo de la ciudad de Bogotá D.C.

De igual forma, debe tener en cuenta las técnicas y procedimientos establecidos en los siguientes manuales, en concordancia con la normatividad vigente:

- Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte de Bogotá, de la STT de Bogotá, 2005.
- Manual de Señalización Vial (Dispositivos Uniformes para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombia), del Ministerio de Transporte. Resolución 1885 de junio 17 del 2015.
- Legislación Vigente y demás estudios existentes relacionados con el tema.

2.2.3 Productos a entregar

2.2.3.1 Metodología del estudio

El Contratista a través de la Interventoría, deberá presentar a la SDM para aprobación, previa concertación respecto a su alcance y contenido con la Interventoría del proyecto y el IDU, la metodología para la elaboración de las actividades del Estudio de Tránsito y Transporte en la etapa de diagnóstico, en cuanto a la toma de información de campo, procesamiento de datos, generación de resultados. Sin la aprobación de la metodología por parte de la SDM no se podrán iniciar las labores de campo correspondientes.

Los análisis de tránsito y transporte deben adaptarse a las condiciones propias de cada proyecto. En este sentido, la SDM de Bogotá, emitirá las observaciones que requiera la propuesta metodológica del contratista.

2.2.3.2 Esquemas de la red vial e infraestructura

La representación esquemática, en planos a escala 1:1000, de todo aquello que ayude a interpretar fácilmente lo descrito en el informe, como son: Las asignaciones del tránsito sobre la red vial, ordenamiento vial, inventarios de infraestructura vial y de transporte y puntos críticos.

En el Estudio de Tránsito y Transporte de la etapa de diagnóstico, debe incluirse esquemas de los movimientos vehiculares para la infraestructura existente y de acuerdo con los posibles orígenes y destinos que existan para cada usuario (Análisis de trayectorias).

2.2.3.3 Cronograma de entrega de productos

Durante la ejecución del diagnóstico, el contratista debe cumplir con las entregas, debidamente aprobadas por la Interventoría.

La SDM de Bogotá, emitirá el concepto de aprobación a los estudios de tránsito, señalización y semaforización de acuerdo con las etapas del proyecto y prevista para la entregas de los productos.

2.2.3.4 Informe ejecutivo estudio de tránsito y transporte en la etapa de diagnóstico

Objetivo general

Proyectos vías y/o intersecciones

El objetivo general del Estudio de Tránsito y Transporte en la Etapa de Diagnóstico es servir de insumo para el cálculo de número estructural requerido (SN req) y para el Estudio de Tránsito y Transporte definitivo en la etapa de Estudios y Diseños.

Objetivos específicos

Proyectos vías

A partir de la definición de la zona de influencia del proyecto y la consulta de los proyectos que tiene previstos desarrollar la Administración en el área de influencia del proyecto, se debe:

Cuantificar la demanda actual del tránsito vehicular y la demanda futura.

Identificar sitios críticos para la movilidad, accesibilidad y conectividad de las diferentes zonas que conforman el área de influencia del proyecto y plantear su intervención para disminuir los riesgos en la operación troncal.

El resultado de este estudio en la etapa de diagnóstico proporcionará la información técnica de Tránsito y Transporte para el cálculo del número estructural (SN), que permita seleccionar la alternativa de intervención para actividades de conservación.

Así mismo, se empleará como información a nivel de detalle en la etapa de diseño, recomendando construcción por etapas de acuerdo a la disponibilidad de recursos del Distrito.

Recomendar las adecuaciones viales necesarias sobre el área de influencia para optimizar el funcionamiento de los proyectos.

Alcance general

Recopilar, procesar y analizar información primaria y secundaria de tránsito, necesaria para el desarrollo del estudio.

La caracterización operacional del tránsito sobre la red vial.

Las proyecciones de tránsito deben corresponder al uso de modelos de Planeación de Transporte apropiados para este tipo de estudios y de conocida aplicación en el campo del tránsito y el transporte, sobre los cuales ya existe amplia experiencia a nivel Distrital, en cuanto a su disponibilidad, aplicación y alcance.

Se deberán considerar todas las configuraciones de carga y pesos de los vehículos implementados bajo el Sistema Integrado de Transporte Público, incluyendo el transporte masivo.

Las proyecciones de tránsito vehicular, serán la base para establecer el diseño y capacidad de las infraestructuras requeridas para atender las demandas de tráfico, considerando la geometría propuesta en los análisis.

Recomendar las adecuaciones viales, tales como canalizaciones, retornos y sentidos de circulación de las vías que conforman los corredores del proyecto.

Recomendar el desarrollo programático de las obras requeridas en concordancia con lo expresado en el párrafo anterior.

Área de estudio

Definir el área de influencia del proyecto, considerando aspectos como: configuración y operación de la malla vial actual y futura, condiciones socioeconómicas, usos del suelo y predios que podrán hacer uso de las vías y/o intersecciones del proyecto, en concordancia con las políticas formuladas por el plan de ordenamiento territorial (POT).

Para todos los casos, el área de influencia deberá estar claramente definida dentro de la metodología que el contratista debe presentar a consideración, revisión, evaluación y aprobación de la interventoría y posterior aprobación de la SDM de Bogotá.

Actividades a desarrollar

A efectos de lograr dar alcance de una manera eficiente el objeto del Estudio de tránsito y transporte, se deben desarrollar las siguientes actividades, para la toma de información y viabilidad técnica:

Caracterización física de la zona de estudio y su área de influencia

Caracterización e identificación de la infraestructura física de los proyectos en estudio y de la red vial asociada, indicando:

- Tipo de vía que empalman los proyectos.
- Carácter de las vías.
- Caracterización de la sección transversal.
- Radios de giro.
- Pendientes.
- Distancia entre intersecciones.
- Pasos peatonales.
- Equipamiento.

- Señalización.
- Sentidos viales.
- Nomenclatura.

Caracterización operacional del corredor y su área de influencia

Identificación de las condiciones operacionales, desde el punto de vista vehicular, teniendo en cuenta, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Plan de circulación de la zona de influencia en planos escala 1.1000.
- Sistemas de transporte según el tipo de componente.
- Configuración geométrica del corredor.
- Períodos de máxima demanda.
- Identificación de sitios críticos.
- Definición de tramos homogéneos.
- Intersecciones semaforizadas, movimientos que se permiten y que se realizan.
- Sentidos de mayor carga.
- Clasificación vehicular y direccional del tránsito.
- Zonas generadoras y atractoras de tránsito peatonal.
- Puntos de mayor concentración de la demanda de pasajeros, estaciones, parqueaderos y terminales de transporte.

Características del sistema vial y de transporte existente y proyectado

Identificar de acuerdo con el POT y del Plan de Inversiones del IDU, los componentes de los sistemas generales y en particular de los sistemas de transporte y espacio público que forman parte de las intersecciones y la red vial asociada. Entre otros:

- Estudios de Tránsito aprobados por la Secretaría Distrital de Movilidad o antigua Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá, para las Troncales Transmilenio existentes y en ejecución.
- Sistema Integrado de Transporte Público.

Toma de información primaria

Generalidades

Para el proceso de toma de información, se deben utilizar formatos prediseñados, los cuales además de la información particular de cada estudio deben incluir como mínimo los siguientes datos: nombre del estudio, razón social de la Entidad Contratante y Contratista, localización o dirección CIV, esquema de localización respecto al norte geográfico, fecha, condiciones climáticas, hora inicial y final de diligenciamiento del formato, sentidos de flujo, nombre del aforador o encuestador, nombre del supervisor, número de la hoja que se esté empleando y el número total de hojas.

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. INSTRUMENTO Desarrollo Urbano
VERSIÓN 1.0	

La metodología empleada para la toma de información, procesamiento y generación de resultados, estará acorde con la establecida en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte de Bogotá, de la STT de Bogotá, 2005.

El Contratista deberá acoger las modificaciones, cambios o ampliación a la metodología propuesta para la toma de información de campo, procesamiento de datos, obtención y análisis de resultados solicitados por la SDM.

Para garantizar la confiabilidad de la información, el Contratista deberá capacitar a los aforadores y realizar pruebas piloto, las cuales serán exigidas y supervisadas por la Interventoría del proyecto, con el acompañamiento de la SDM.

Información para el estudio de tránsito en la etapa de diagnóstico

a). Volúmenes vehiculares

Se realiza con el objeto de determinar el número de vehículos y su composición, que usan el corredor en estudio.

El estudio debe contemplar los aforos vehiculares en cada una de las estaciones de aforo, clasificados por movimiento y tipo de vehículo así: autos, colectivos, buses, busetas y camiones. Se debe establecer la composición del transporte público según el nivel de servicio y la clasificación de los camiones de acuerdo al número de ejes. Es fundamental considerar dentro de este análisis las rutas proyectadas y corredores por los que transitará el Sistema Integrado de Transporte Público SITP.

El Contratista junto con la Interventoría, deben determinar los sitios de toma de información sobre las vías dentro del área de influencia del proyecto.

La toma de información se realizará dentro del periodo del año considerado como típico, para no tener efectos de estacionalidad. En el caso de tomar la información en periodos del año atípicos del comportamiento del tránsito, la información requerirá ajuste por estacionalidad.

Se debe tomar la información en periodos de 18 horas consecutivas entre las 05:00 horas y las 23:00 horas, donde se incluya el total de la operación de los buses troncales por el corredor exclusivo y el tráfico vehicular de las calzadas mixtas, durante un día típico y uno atípico, en los puntos definidos en la metodología. Ninguno de los días planteados para la toma de información podrá ser festivo. El día típico debe cumplir con las características exigidas desde el punto de vista técnico.

En el caso de un corredor troncal, se deben establecer como mínimo tres puntos de aforo por cada 10 Km de longitud, los cuales deben obedecer preferiblemente a intersecciones semaforizadas localizadas a lo largo del mismo.

Se deberá establecer como mínimo una (1) estaciones maestra (24 horas de aforo) representativas para determinar los factores de expansión, la estación maestra se debe establecer en el punto más representativo perteneciente a la malla vial arterial de la zona de influencia.

No obstante a lo anterior, el consultor deberá establecer el número de estaciones maestras, primarias y secundarias adicionales que requiera, o que sean solicitadas por la interventoría o por la Secretaría Distrital de Movilidad como entidad competente del Distrito, para garantizar el alcance propuesto en el estudio de tránsito, y así mismo, la metodología de la toma de información deberá ser aprobada dentro de la metodología del estudio de tránsito por la Interventoría y la Secretaría Distrital de Movilidad.

La toma de información, **NO** se podrá realizar sin antes haber obtenido la aprobación de la respectiva metodología por parte de la interventoría y la Secretaría Distrital de Movilidad.

La información obtenida se deberá llevar a vehículos equivalentes, con el fin de trabajar en unidades similares (P.C.U) a las utilizadas por el Grupo de Semaforización de la SDM, para lo cual se deberán utilizar como factores de conversión los siguientes:

- AUTOS 1.0
- BUSES 2.0
- CAMIONES 2.5

Con la información de campo de aforos vehiculares se debe configurar la base de datos según el modelo que será suministrado por la SDM.

La presentación impresa de los resultados de los aforos vehiculares, deberán ajustarse al diseñado por la SDM.

Se debe presentar como resultado del estudio de volúmenes vehiculares la siguiente información:

Volúmenes para períodos de 15 minutos, para cada día, para cada acceso y salida en vehículos mixtos, vehículos troncales y equivalentes, clasificados por movimiento y tipo de vehículo.

Volúmenes para períodos de 15 minutos, utilizados para el análisis (día pico), en vehículos mixtos, vehículos troncales y equivalentes, clasificados por movimiento y tipo de vehículo.

Volúmenes horarios para cada acceso y para la intersección, clasificados por movimiento y tipo de vehículo y totalizados en vehículos mixtos y equivalentes.

Distribución horaria en vehículos mixtos, vehículos troncales y equivalentes en los accesos y salidas de cada intersección y para la intersección.

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
VERSIÓN 1.0	

Volumen horario máximo por acceso, para la intersección. Hora de máxima demanda y cálculo del Factor de Hora Pico por acceso y para la intersección.

Volumen total para el período de conteo.

Composición vehicular tanto para las horas pico como para los periodos de aforo.

Factores de expansión.

Tránsito Promedio Diario - TPD.

Diagramas de volúmenes vehiculares en los accesos y en las salidas de la intersección.

Histogramas de volúmenes horarios.

Esquemas con los volúmenes direccionales en las horas pico.

Esquemas con los volúmenes utilizados en el análisis horarios (hp) y diarios para el año base, y los años 3, 5, 7, 10, 15 y 20 años.

Recolección de información secundaria

Para el desarrollo del proyecto el contratista deberá consultar información secundaria de estudios relacionados con el tema de tránsito y transporte y de movilidad en general adelantados por entidades como la SDM, el IDU, Transmilenio S.A y la SDP.

Análisis de la información primaria y secundaria

Caracterización de los flujos actuales

Mediante el procesamiento de la información primaria y secundaria se procederá a caracterizar los flujos de tránsito actuales sobre el corredor y la malla vial conexas dentro del área de influencia de cada uno de los proyectos.

Para establecer la demanda actual expresada en tránsito promedio diario -TPD, se expandirá la información correspondiente a los periodos de aforo a las veinticuatro (24) horas, utilizando la información de aforos en la (s) estación (s) maestra (s), que se establecieron en la toma de información de volúmenes vehiculares.

Proyecciones de tránsito

Se realizarán mediante el proceso de modelación para el año base y los escenarios considerados a 3, 5, 7, 10, 15 y 20 años. Esta información será el insumo para determinar el número de ejes equivalentes y el número estructural (SN) para establecer la estructura del pavimento, para el análisis de capacidad y niveles de servicio que evaluará la sección transversal de los corredores viales y/o intersecciones, análisis que

se deben presentar en esta etapa del Estudio de Tránsito para la etapa de diagnóstico y posteriormente en la etapa de Estudios y Diseños.

Proyecciones calzadas Transmilenio.

Para la estimación de los volúmenes de buses que circularan por los carriles Transmilenio, se debe utilizar como información secundaria los datos de las simulaciones efectuadas en los **Estudios de Tránsito aprobados por la Secretaría Distrital de Movilidad o antigua Secretaria de Tránsito y Transporte de Bogotá** para los corredores troncales en operación y en ejecución, en los cuales se tomaron las condiciones del año de inicio y las proyecciones de 20 años. Esta información, se debe comparar con la información que arrojen los análisis de Tránsito definidos con base en la información primaria a la que se refieren los numerales anteriores, y con la información suministrada por la Empresa Transmilenio S.A con base en la operación actual de los corredores troncales y se deberá tomar para el diseño de la estructura del pavimento, los valores de circulación vehicular que a criterio del especialista de tránsito sean los más adecuados para adelantar el diseño de la estructura de pavimento.

Lo anterior, redundante en que con la entrada del **Sistema Integrado de Transporte Público SITP**, las asignaciones definidas en los Estudios de Tránsito para los corredores troncales en operación y aquellos que se encuentren en ejecución, pueden aumentar en razón a la reorganización del transporte público Colectivo de la Ciudad y su integración con el Transporte Público Masivo.

No obstante, es indispensable que los resultados y conclusiones productos de la toma de información y los análisis de Tránsito y Transporte, se socialicen y se revisen con la Empresa Transmilenio S.A, y se deberán atender las consideraciones y observaciones que la misma emita sobre el particular.

Por último se advierte, que los parámetros operacionales que se recomiendan para la elaboración del Estudio de Tránsito, son una herramienta susceptible de revisión y mejoramiento, en la medida que redunde en una mayor calidad del producto a entregar.

2.3 FACTOR DAÑO

El cálculo del factor daño deberá ser efectuado por el contratista, para tal efecto, el IDU suministrará los siguientes documentos de referencia sin limitarse a éstos:

- “Determinación del peso por eje de los buses articulados y buses alimentadores del sistema Transmilenio”.
- “Asesoría técnica en pavimentos para el contrato IDU 046 de 2006. Diagnóstico y mantenimiento rutinario y periódico de la malla vial arterial y complementaria correspondiente al distrito de mantenimiento 1 fase 2 segunda generación corredores Viales en Bogotá D.C.”

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Desarrollo Urbano
VERSIÓN 1.0	

- “Convenio 034 de 2004. Aunar esfuerzos entre el IDU y la Universidad de los Andes para que la Universidad adelante los estudios que permitan determinar el peso por eje de los buses articulados y alimentadores del sistema Transmilenio en Bogotá D.C. “
- “Efecto del tránsito en las estructuras de pavimentos”

Se deberá tener en cuenta los factores daño correspondientes para cada tipo de pavimento de acuerdo con la metodología AASHTO.

2.4 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

2.4.1 Introducción

Para determinar la condición estructural de un pavimento existente se emplearán técnicas no destructivas, como el análisis de la deflexión bajo cargas determinadas.

El estado mecánico es determinado por la respuesta, en términos de deflexiones elásticas de la estructura de pavimento. Por otro lado, mediante la comparación entre la capacidad estructural requerida y la existente, es posible establecer la necesidad de rehabilitación o de mantenimiento (rutinario y periódico).

Las actividades previas y los métodos para la toma de deflexiones serán los indicados en la Norma INV-E-797 “Medidas de Deflexión en Pavimentos.” vigente o aquella que la sustituya.

En la etapa de diagnóstico únicamente se tomarán deflexiones sobre estructuras de pavimento flexible y rígido.

2.4.2 Localización y frecuencia mínima de ensayos

Los ensayos mínimos que el consultor deberá realizar, sin limitarse a ellos, corresponden a los siguientes:

- Deflectometría
- Determinación de espesores
- Caracterización de materiales (de ser necesario)
- Evaluación de la subrasante mediante CBR y ensayo de placa (de ser necesarios)

Las medidas de deflexión se realizarán sobre la huella exterior para pavimentos flexibles, y para el caso de pavimentos rígidos se deberá tomar la deflexión en el centro de la losa y en las juntas transversales para determinación del módulo de reacción dinámico y la transferencia de carga respectivamente, la frecuencia de ensayos a

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. GOBIERNO DE BOGOTÁ Desarrollo Urbano
VERSIÓN 1.0	

realizar estará de acuerdo a lo recomendado por la norma ASTM (D4694), que define tres niveles de pruebas, en función del tipo de proyecto. En este caso como el propósito es de diagnóstico, la norma ASTM (D4694) recomienda el nivel II “Rutinas de análisis de pavimentos con el propósito de diseñar proyectos de rehabilitación”, en la siguiente tabla se indica la separación entre pruebas (frecuencia del ensayo):

TIPO DE VÍA	SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE ENSAYOS		
	Longitud del segmento	Número de deflexiones (por calzada) Pavimento Flexible	Número de deflexiones (por calzada) Pavimento Rígido
Local, Intermedia y Arterial	SEGMENTO < 50 m	2	Mínimo sobre dos (2) losas
	50 m < SEGMENTO < 100 m	3	Mínimo sobre cuatro (4) losas
	100 m < SEGMENTO < 150 m	4	Mínimo sobre seis (6) losas
	150 m < SEGMENTO < 200 m	6	Mínimo sobre siete (7) losas
	200 m < SEGMENTO < 250 m	7	Mínimo sobre ocho (8) losas
	SEGMENTO > 250 m	Cada 30 m	Cada ocho (8) losas
		La medida se deberá realizar en el carril más desfavorable en la huella externa, por sentido y por calzada.	La medida se deberá realizar en el centro de la losa y en las juntas transversales, únicamente sobre losas en buen estado

2.4.3 Equipos

Para la toma de deflexiones y la determinación estructural del pavimento, mediante ensayos no destructivos, se utilizará el siguiente equipo:

Deflectómetro de impacto – Falling Weight Deflectometer (FWD)

2.4.4 Calibración del FWD

Existen dos niveles de calibración para este tipo de equipos; el primer nivel corresponde a la calibración propiamente dicha por parte de organismos certificados o acreditados para tal fin y que realizan las comparaciones de los instrumentos de medición de los deflectómetros de impacto contra patrones con trazabilidad a patrones primarios nacionales o internacionales; el segundo nivel de calibración corresponde a verificaciones intermedias y que debe desarrollarlo el propietario del equipo como un

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

seguimiento a la calidad de las mediciones de los transductores que utiliza el deflectómetro de impacto (FWD).

Antes de usar el deflectómetro de impacto, es necesario efectuar la calibración de los diferentes transductores del equipo a emplear, para lo cual se deberá seguir las indicaciones de la Norma INV-E-798 “Método para medir Deflexiones Mediante Deflectómetro de Impacto (FWD)” vigente o aquella que la sustituya.

La frecuencia de la calibración y la verificación de las celdas de carga y sensores de deflexión se deberá realizar según lo indicado en la Norma de Ensayo vigente o aquella que la sustituya, INV-E-797 “Medida de Deflexión en Pavimentos”, tablas N°1 y N°2.

2.4.5 Validación del equipo FWD

El IDU definirá una pista única, en la cual se realizará la validación de las medidas de deflexiones, tomadas con todos los equipos que se emplearán en un proyecto en particular. Esta actividad de validación consistirá en:

Definido el día y la hora, todos los equipos que intervendrán en el proyecto deberán asistir al lugar indicado, previa calibración de primer nivel, es decir de los instrumentos de medición. Lo anterior se hará por parte de la empresa o dueño del equipo presentando el documento o certificado que lo garantice, en el cual se debe indicar el alcance y duración de la calibración.

Se asigna a cada equipo un punto de medida dentro de la pista de validación, en igualdad de condiciones.

Se procede a la medición de la deflexión en el punto indicado.

Los valores medidos serán entregados al IDU de manera inmediata, para establecer los factores de ajuste que serán empleados en el proyecto para la toma de deflexiones.

Durante la ejecución del proyecto solamente se aceptará información proveniente de alguno de los equipos que asistió a la validación.

2.4.6 Medición de deflexiones con FWD

Se procede a realizar la medición una vez definidos los sitios de medida, los cuales deberán estar libres en lo posible, de gravas, gravillas y escombros para asegurar que la placa quede apoyada completamente y en zonas donde no se presente mayor deterioro del pavimento, no se medirá en sitios fallados. Eventualmente, cuando se requiera evaluar pavimentos en afirmado, las superficies de grava o suelo tienen que estar lo más niveladas posible, y remover todo el material suelto para asegurar que la placa de carga haga contacto perfecto con la superficie del pavimento que se pretende evaluar.

El procedimiento de medida se realizará de acuerdo a lo indicado en la Norma INV-E-798 “Método para medir Deflexiones Mediante Deflectómetro de Impacto (FWD)” vigente o aquella que la sustituya.

2.4.7 Recomendaciones para el uso del FWD

Se debe hacer un estricto control del equipo, preparación del mismo e identificar los cambios en la colocación de los sensores o geófonos con relación al borde de la vía, cerca al sardinel.

Se deberá garantizar la continuidad de la prueba. Si por alguna razón, se interrumpe la medición de deflexión en un punto y no se completa la medición en el mismo día, se deberá desechar la información incompleta y al día siguiente hacer la medición completa nuevamente en el punto faltante. No se tendrán en cuenta los valores reportados de una medición incompleta. No se permitirá añadir información a archivos existentes cuando los datos se tomen en diferentes días.

La condición del pavimento va a influir en la respuesta de la medición, por lo tanto se recomienda que el operador registre cualquier irregularidad, situado aproximadamente a 0.30 m delante del Geófono o sismómetro N°8 y a uno 0.90 m detrás de la placa de carga. Esta información se deberá reportar en el informe de campo.

Cuando en el momento de efectuar la lectura de deflexiones aparezcan en un punto de ensayo valores anormalmente elevados o bajos, a juicio del ingeniero, en relación con los que se vienen obteniendo en el tramo, deberá completarse esta lectura con la de otros dos puntos situados a menos de 10 m del punto en cuestión.

2.4.7.1 Factores que influyen en la determinación de deflexiones

Los factores que determinan la medida de deflexiones y que deben ser tenidos en cuenta de manera cuidadosa son:

- Temperatura y humedad.
- Estado del pavimento.
- Espesores (capas delgadas).
- Carga.

Como el tiempo entre el diagnóstico y la ejecución de las actividades de conservación no debe ser muy prolongado, la información de deflexiones obtenida para actividades de diagnóstico no deberán corresponder a un periodo mayor a tres (3) meses de tomadas, en tal caso se deberán realizar nuevas mediciones de deflexión.

2.4.7.2 Temperatura y humedad

La temperatura y la humedad son dos condiciones climáticas que afectan la magnitud de las deflexiones. En los pavimentos asfálticos, las altas temperaturas producen el reblandecimiento de la carpeta asfáltica e incrementan las deflexiones.

La época del año ejerce una influencia muy significativa en las mediciones de la magnitud de las deflexiones. Se recomienda hacer las mediciones en las mismas condiciones de temperatura y humedad.

No se deben hacer las mediciones de deflexiones en horas cercanas al medio día. Estas se deben hacer preferiblemente al iniciar la mañana o finalizar la tarde, reportando siempre la hora del ensayo y la temperatura ambiente.

Se hará la corrección por temperatura de las deflexiones de acuerdo a lo indicado en la metodología AASHTO – 93.

2.4.7.3 Estado del pavimento

Para la toma de deflexiones se debe tener en cuenta las recomendaciones contenidas en uno de los documentos técnicos² del Instituto Mexicano del Transporte:

“Es evidente que las condiciones en que se encuentre el pavimento influyen en la magnitud de las deflexiones medidas. Para pavimentos asfálticos, las deflexiones obtenidas en áreas con agrietamientos y ahuellamientos serán mayores que las que se consigan en áreas libres de deterioros... Las deflexiones obtenidas cerca de una alcantarilla suelen ser mucho mayores; y para secciones en corte se presentan diferencias considerables en las deflexiones. Es importante considerar tales condiciones cuando se obtienen deflexiones en un tramo carretero, y más aún cuando se seleccionan las zonas de evaluación.”

Es importante que para la realización de los ensayos se tengan en cuenta los siguientes aspectos, para definir los tramos de medida y la adecuada interpretación de los resultados:

- Grado de deterioro de pavimento.
- Ubicación del nivel freático.
- Capas rígidas y semi- rígidas o estabilizadas.

Por otra parte, para el caso de pavimentos rígidos se debe efectuar la toma de deflexiones únicamente en aquellas losas que no tengan fisuras fácilmente identificables.

² USO Y CALIBRACIÓN DE DEFLECTOMETROS DE IMPACTO EN EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS, Publicación Técnica 252, IMT, 2004

2.4.7.4 Espesores (capas delgadas)

De acuerdo con el documento "Uso y Calibración de Deflectómetros de Impacto en la Evaluación Estructural de Pavimentos" del Instituto Mexicano del Transporte, indica que cuando se tengan capas asfálticas con espesores menores de 7.5 cm., La información obtenida para el cálculo del módulo de la capa no es confiable y se recomienda usar otros métodos para determinar el valor del módulo de la capa asfáltica superior (en laboratorio), o combinar el espesor de esta capa con la capa subyacente y estimar el valor del módulo asumiendo una sola capa asfáltica si está apoyada en una base asfáltica, o granular si la capa con espesor menor de 7.5 cm está apoyada en una capa granular.

2.4.8 Determinación de espesores

Los espesores de cada una de las capas de los pavimentos flexibles y rígidos se hará mediante la ejecución de uno o más sondeos de seis (6) pulgadas y se complementará mediante un estudio de homogeneidad de la estructura de pavimento a lo largo de toda la calzada mediante el uso del georradar. A continuación, se explica el procedimiento:

Determinación de sectores homogéneos; para establecer los sectores homogéneos se pasará primero el georradar a lo largo de todo el segmento y para cada carril. La información reportada por el georradar será analizada por el contratista y el interventor para determinar si hay cambios en los espesores de las capas de la estructura del pavimento, lo que equivale a determinar secciones o sectores homogéneos en cuanto a espesores se refiere, habrá cambio de una sección homogénea si la diferencia entre medidas es de más o menos cinco (5) cm. para capas asfálticas y/o de más o menos diez 10 cm. para granulares y si esta situación es continúa por lo menos en una longitud de 30m a lo largo del segmento.

El análisis de los resultados arrojados por el georradar puede llevar a las siguientes situaciones:

La sección reportada por este equipo es homogénea: En este caso se hace una perforación sobre la calzada, siguiendo las instrucciones que se indica más adelante, y se toma los espesores de las capas de la estructura de pavimento obtenidos mediante el sondeo, para la realización de los cálculos necesarios.

La sección reportada por este equipo no es homogénea: En este caso, el contratista hará tantos sondeos como secciones homogéneas tenga la estructura de pavimento a lo largo de la calzada. Para desarrollar este trabajo, el contratista debe tener en cuenta dos consideraciones, a saber: primero, los sondeos se tomarán en los mismos puntos donde se hayan tomado o se vayan a tomar las deflexiones. Segundo, el número de sondeos no podrá ser superior al número de deflexiones que se tomen en la calzada, que a su vez tiene relación con la longitud de la misma.

Adicionalmente, para la ejecución de esta labor, el contratista debe tener en cuenta las siguientes instrucciones:

Todos los sondeos o perforaciones serán de 6" y se realizarán con taladros, hasta una profundidad tal que se identifique el nivel de subrasante.

La medición se realizará de manera continua por el carril más cargado.

Finalmente, se deberán reportar por segmento, los sectores homogéneos encontrados y los espesores de los mismos, medidos mediante las perforaciones, los sectores homogéneos y la localización de los sondeos deberán estar georreferenciadas.

2.4.9 Consideraciones para el empleo del georradar

El equipo se deberá calibrar de acuerdo a la norma ASTM D 4748-06, el equipo deberá contar con dos antenas, la primera con frecuencia de operación entre 800 Mhz y 1000 Mhz; y la segunda con frecuencia entre 300 Mhz y 500 Mhz.

El personal encargado de la interpretación deberá ser competente, y demostrar experiencia específica de por lo menos dos años.

Nunca se deberán realizar medidas de georradar durante lluvia o si la superficie de pavimento está húmeda.

La información que se debe entregar como resultado de la interpretación para el análisis de resultados es:

- Localización del segmento.
- Fecha y hora de la ejecución de la toma de información.
- Personal encargado.
- Información de capa de rodadura y granulares cada 50 cm. debidamente tabulada.
- Imagen del radar y gráfica de los espesores encontrados a lo largo de la calzada y una marca correspondiente al lugar donde se realice posteriormente el sondeo o sondeos.
- Toda la información se entregará impresa y en medio magnético.
- Reparaciones (Aplica para todo tipo de superficie).

Una vez obtenida la información necesaria de las perforaciones, se deberá reparar el sitio intervenido, de manera inmediata, con material de las mismas o similares características del retirado, en condiciones adecuadas de terminado superficial, sin que se generen resaltos en estos puntos y garantizando el sello de los bordes de la perforación o apique para evitar el ingreso de agua o materiales sueltos.

2.4.10 Determinación de la condición estructural del pavimento

La correcta evaluación de la capacidad estructural remanente del pavimento existente es uno de los aspectos críticos en el diagnóstico. Es así que para pavimentos flexibles se determina mediante el número estructural (SN). Para rígidos la condición estructural está ligada a la condición superficial, de tal manera que posterior a la clasificación por superficie y estableciendo si requiere rehabilitar o reconstruir, se podrá mediante deflectometría y análisis inverso, establecer el valor del espesor de losa faltante (DOL), para calcular el refuerzo y el tipo de intervención necesaria.

Como elemento de análisis complementario, y de acuerdo al criterio del especialista en los sitios donde se toma la información de espesores se puede complementar la información geotécnica con toma de muestras y caracterización de los materiales existentes.

Lo anterior sin limitar la información a las necesidades específicas de cada segmento las cuales deben ser previamente identificadas y justificadas.

2.4.10.1 Pavimentos flexibles

Método para la determinación de la capacidad estructural de pavimentos. (Cálculo del número estructural (SN)).

Metodología AASHTO

Tradicionalmente, se emplea la metodología AASHTO para el cálculo de la capacidad estructural del pavimento, por medio de deflexiones obtenidas con el deflectómetro de impacto (FWD).

Para el método AASHTO, el refuerzo se calcula como la diferencia entre el número estructural necesario para el tráfico futuro o SN requerido y el número estructural efectivo del pavimento existente (S_{Neff}).

La guía AASHTO - 93 sugiere tres procedimientos para determinar el número estructural existente o efectivo (S_{Neff}) del pavimento a rehabilitar:

Método del análisis de los componentes; asignando a cada capa los coeficientes estructurales.

Método de la vida remanente; sólo se usa si se conocen las cargas aplicadas sobre el pavimento desde su construcción.

- Método empleando deflectometría; mediante técnica de cálculo inverso.

De los tres procedimientos, el más empleado en nuestro medio es el de deflectometría que permite, mediante la información de deflexiones tomadas con el FWD y corregidos por carga y temperatura, determinar los módulos de los materiales, mediante cálculo inverso, y establecer el valor del número estructural efectivo (S_{N eff}).

Cálculo del número estructural efectivo por deflectometría (SN eff)

Empleando la metodología indicada por la AASHTO - 93 en la "Guide for Design of Pavement Structures" parte III capítulo 5 "Rehabilitation Methods With Overlays", se determina el número estructural efectivo (SNeff), con la siguiente ecuación:

$$SN_{eff} = 0.0045D \sqrt[3]{E_p}$$

Donde:

D: es el espesor total de las capas del pavimento, en pulgadas.

Ep: módulo efectivo del pavimento, en psi.

SN eff: número estructural efectivo del pavimento.

El cálculo del módulo efectivo del pavimento (Ep) se realizará de acuerdo con la ecuación establecida en la guía AASTHO, para tal fin:

$$d_o = 1.5pa \left[\frac{1}{M_R \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_p}{M_R}} \right)^2}} + \frac{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}} \right)}{E_p} \right]$$

Donde:

do = Deflexión máxima en el centro del plato de carga, ajustada a la temperatura normalizada de 20° C (68°F), en pulgadas

p = Presión del plato de carga, en psi

a = Radio del plato de carga, en pulgadas

D = Espesor total del pavimento sobre la subrasante, en pulgadas

Ep = Módulo efectivo del pavimento, en psi.

Mr = Módulo Resiliente de la subrasante, en psi.

Finalmente el número estructural efectivo (SN eff) del segmento evaluado para efectos de diagnóstico será el menor de los (SN eff), calculados en cada punto de toma de deflexión.

Cálculo del módulo resiliente de la subrasante por deflectometría

El módulo resiliente de la Subrasante, para efectos de diagnóstico, se determinará mediante métodos no destructivos empleando las mediciones de deflexiones y mediante técnicas de cálculo inverso.

El cálculo del módulo resiliente de la subrasante (Mr) se hará de acuerdo a la metodología AASTHO, empleando la siguiente ecuación (Capítulo 5, AASHTO-93):

$$Mr = \frac{0.24P}{dr \cdot r}$$

Donde:

Mr = Módulo resiliente de la subrasante, de retrocálculo.

P = Carga aplicada.

dr = Deflexión a una distancia "r" desde el centro de carga.

r = Distancia desde el centro de carga.

El uso de la ecuación anterior debe considerar las siguientes dos condiciones:

En primer lugar, la deflexión debe ser medida a una distancia suficientemente alejada del plato de carga como para que esta deflexión se deba sólo a la deformación en la subrasante y sea independiente del efecto de las capas superiores, y además se pueda considerar la carga aplicada sobre el plato como una carga puntual que valide el uso de la ecuación anterior.

Por otro lado, y en sentido contrario, la distancia no debe ser muy grande ya que las deflexiones podrían ser muy pequeñas y por lo tanto muy difíciles de medir con la exactitud necesaria.

La distancia mínima a utilizar en la ecuación, debe cumplir con la siguiente condición:

$$r \geq 0.7 \cdot ae$$

Donde:

$$ae = \sqrt{a^2 + \left(D \sqrt{\frac{Ep}{Mr}}\right)^2}$$

ae = Radio del bulbo de presiones a nivel de subrasante.

a = Radio del plato de carga.

D = Espesor total del pavimento sobre la subrasante.

Ep = Módulo efectivo del pavimento.

Como se puede apreciar, para verificar si la deflexión utilizada cumple con la distancia mínima se debe primero conocer el módulo efectivo del pavimento (Ep) calculado anteriormente.

El valor del módulo resiliente determinado mediante cálculo inverso con la metodología AASHTO, requiere ser afectado por un factor de ajuste (C), de tal manera que la ecuación final para determinar el módulo resiliente es la siguiente:

$$M_R = C \left(\frac{0.24P}{d_{r,r}} \right)$$

Donde C, es el factor de ajuste que depende del tipo de material, sobre el cual se está realizando a la medición, este factor de ajuste es el indicado en la siguiente tabla:

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

Tipo de subrasante	Factor de Ajuste "C" Promedio	Coeficiente de variación (%)
Suelos de subrasante bajo una subrasante estabilizada	0.75	13
Suelos de subrasante bajo un pavimento sin una capa de base y/o subbase granular no ligada, y sin subrasante estabilizada	0.52	37
Suelos de subrasante bajo un pavimento con una capa de base y/o subbase granular no ligada, pero sin subrasante estabilizada	0.35	49

Tabla. Factores de Ajuste C, para el módulo resiliente³

Si existe incertidumbre sobre el tipo de subrasante analizada se deberá emplear el coeficiente establecido originalmente por la AASHTO, correspondiente a un valor de $C=0.33$.

Cálculo del número estructural efectivo mediante el método de análisis de los componentes asignando a cada capa los coeficientes estructurales (SN eff)

Si el consultor considera insuficiente la información obtenida por deflectometría y técnica de cálculo inverso para la obtención del número estructural existente o efectivo (SNeff), podrá realizar el cálculo del número estructural efectivo asignando a cada capa los coeficientes estructurales mediante el estudio de cada uno de los materiales presentes en el paquete estructural incluyendo la subrasante, el cual servirá para acotar el número estructural efectivo encontrado por deflectometría.

Los estudios a realizar en materiales granulares serán: Determinación de la densidad de campo, humedad de campo y CBR de laboratorio. A partir del CBR obtenido y mediante las gráficas de la metodología de diseño AASHTO 1993, se determinará el coeficiente estructural correspondiente a cada una de las capas analizadas.

Los estudios a realizar en la subrasante (De acuerdo a su tipo) serán: Determinación de la densidad de campo, humedad de campo y CBR de laboratorio en condición saturada. A partir del CBR obtenido y mediante correlaciones se determinará el módulo resiliente.

Teniendo en cuenta la heterogeneidad en los contenidos de ligante de los materiales mejorados o estabilizados con cemento o bitumen, a menos que el consultor justifique otros valores deberá utilizar los siguientes: Cemento (máximo 0.14 mínimo 0.12), Bitumen (máximo 0.16 mínimo 0.12).

³ Design Pamphlet for the Determination of Design Subgrade in Support of the

El coeficiente estructural de las mezclas asfálticas se determinará en función del nivel de fisuración, de acuerdo a lo descrito en la tabla 5.2 del capítulo 5 “Rehabilitation methods with overlays” de la metodología AASHTO 1993.

Análisis del cuenco de Deflexiones

Como aporte al desarrollo tecnológico y apoyo para la elaboración de juicios, el consultor deberá reportar para la lectura seleccionada para cada segmento donde se definió el número estructural efectivo, el módulo resiliente de la subrasante y los valores de las siguientes variables con la finalidad de configurar el estudio del cuenco de deflexiones y su relación con el estado del pavimento.

Área del cuenco de deflexiones y valor de la deflexión máxima:

$$Area = \frac{150(D_0 + 2D_{30} + 2D_{60} + D_{90})}{D_0}$$

Índice base de curvatura (bci), índice base de daño (bdi) e índice de curvatura superficial (sci).

$$BCI = D_{60} - D_{90}$$

$$BDI = D_{30} - D_{60}$$

$$SCI = D_0 - D_{30}$$

2.4.10.2 Pavimentos rígidos

La capacidad estructural se determina a partir de la condición superficial, medida con la metodología del PCI. Luego de lo cual, y apoyado en la información de deflectometría y de análisis de materiales si es del caso, el contratista definirá el tipo de intervención que se requiere realizar para cumplir con las solicitudes requeridas, ya sea mediante actividades de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción. Los tipos de intervención corresponderán a los establecidos en el capítulo 2 del presente documento.

La evaluación de la transferencia de cargas servirá como herramienta técnica adicional para la toma de decisiones y evaluar su capacidad estructural. Para evaluar la eficiencia de transferencia de carga:

Con base en lo establecido en la Guía Metodológica AASHTO 93, para evaluar la eficiencia de transferencia de carga en las juntas, se ubica el plato del FWD a 6 pulgadas medidas desde el centro del plato hasta la junta. A continuación se aplica la carga mientras se miden las deflexiones a lo largo de la junta. Los sensores que miden las deflexiones se colocan en el centro del plato y a 12 pulgadas desde el centro del plato de carga a través de la junta. Los ensayos para la medida de eficiencia de

transferencia de carga en las juntas, por lo general, se realizan en la huella externa del carril. Se deben registrar datos de deflexión en ambos lados de la junta.

Se recomienda realizar ensayos para evaluar la eficiencia en la transferencia de carga cada 30 a 150 metros.

La eficiencia de la transferencia de cargas en la junta se calcula así:

$$LTE = \frac{\delta_u}{\delta_l} * 100$$

Donde:

LTE= eficiencia de transferencia de carga, en porcentaje

Du = deflexión en el lado no cargado de la junta

Dl = deflexión en el lado cargado de la junta

La siguiente figura ilustra el concepto de la eficiencia en la transferencia de cargas en la junta.

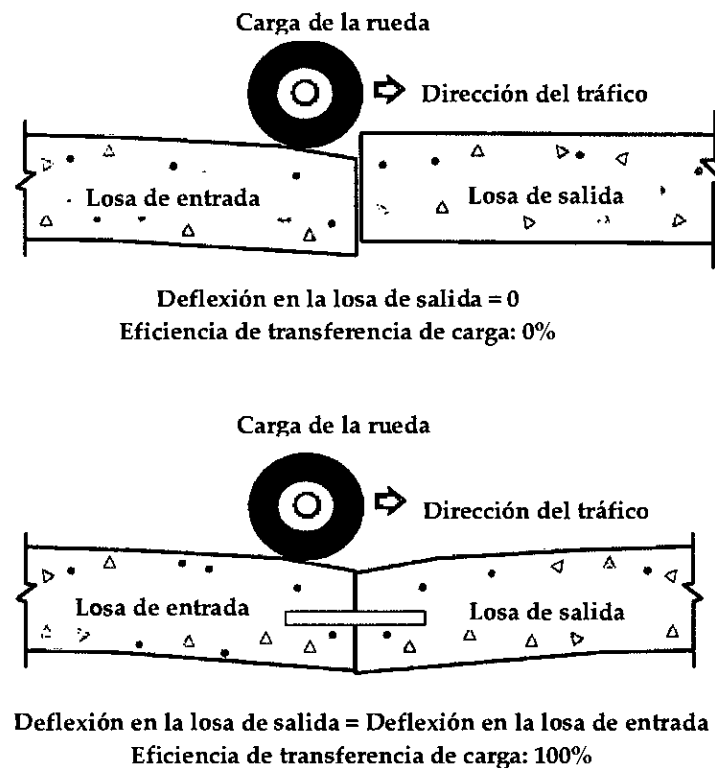


Figura: Ilustración del concepto de eficiencia en la transferencia de carga

La tabla que se presenta a continuación, tomada de la Guía AASHTO 93, clasifica la calidad de la transferencia de carga en la junta en función de su eficiencia. Esta

información servirá de insumo, en conjunto con la condición superficial y estructural, para determinar el tipo de intervención más adecuado para el tramo de estudio.

Clasificación de la Transferencia de Carga	Eficiencia de la transferencia de carga (%)
Excelente	90 - 100
Buena	75 - 89
Razonable	50 - 74
Pobre	25 - 49
Muy pobre	0 - 24

Cuando el LTE es menor a 50, se espera que las grietas en la losa se propaguen y deterioren a altos niveles de severidad hasta presentar fallas.

Cuando se requiera rehabilitar un pavimento rígido se seguirá la metodología indicada en el numeral “Metodología para cálculo de Refuerzos”, del presente documento.

2.4.10.3 Vías en afirmado

Las vías en afirmado no requieren de medición de deflexiones.

Si el afirmado corresponde a la malla vial arterial o intermedia, se deberán efectuar actividades de rehabilitación con mejoramiento de las condiciones de drenaje superficial y rodadura, estas intervenciones se definen en el numeral 4 del presente documento.

En caso de que el afirmado corresponda a otro tipo de malla vial se deberán realizar actividades de mantenimiento descritas en el numeral 4 del presente documento.

2.5 CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.

2.5.1 Introducción

Para la clasificación de la condición del pavimento, se deben tener en cuenta dos variables; estado estructural y estado superficial.

Cada una de estas variables está establecida mediante una metodología para determinar la condición de estado.

Para pavimentos asfálticos y rígidos se presenta una metodología para el estado superficial apoyada en el cálculo del PCI, mediante la norma ASTM D 6433 “Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys” vigente.

La determinación de la condición del pavimento flexible estará definida por la intersección de dos preclasificaciones; la superficial y la estructural.

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

La definición del tipo de intervención tiene que ver con el hecho de que si una vía tiene un buen número estructural para las condiciones de tránsito que se han previsto, no se debe hacer intervenciones profundas o que impliquen la remoción de las capas granulares a menos que ello lo obligue una intervención en redes. En tal sentido lo que se recomienda es intervenir en la capa asfáltica de rodadura y a lo sumo la capa granular superior, empleando la técnica que sea necesaria.

2.5.2 Hipótesis de la metodología

La metodología, para la determinación de la condición del pavimento, tiene las siguientes hipótesis:

Se aplica únicamente para estructuras de pavimento flexible.

No considera la intervención de redes de servicios públicos.

La sensibilización de la metodología se realizó para vías arteriales e intermedias, en un intervalo de número estructural requerido (SN req) entre 3.0 a 5.0 y para vías locales, con un (SN req) entre 2.5 y 4.0.

Para las actividades de rehabilitación, se consideró el empleo de materiales estabilizados con cemento y/o bitumen o el empleo de técnicas de reciclaje, con o sin adición de bitumen y/o ligante hidráulico.

La condición estructural, dentro de la clasificación, es el factor de mayor peso comparado con la condición superficial.

Para las vías en afirmado, el diagnóstico será el resultado de la jerarquía de la vía y de la inspección visual de la misma, teniendo en cuenta las siguientes premisas:

Si el afirmado corresponde a la malla vial arterial o intermedia, se deberán efectuar actividades de rehabilitación mejorando las condiciones de drenaje superficial y de rodadura.

En caso de que el afirmado corresponda a otro tipo de malla vial se deberán realizar las actividades de mantenimiento descritas en el numeral 4 del presente documento.

2.5.3 Preclasificación

2.5.3.1 Preclasificación por estado superficial

Aplica para pavimentos flexibles y rígidos

Mediante el cálculo del PCI, se determina la condición superficial del pavimento, siguiendo la metodología indicada en el capítulo de evaluación superficial del pavimento del presente documento.

Siguiendo la metodología propuesta para el PCI, se tienen los siguientes rangos:

Excelente: Entre 86 y 100
Bueno: Entre 56 y 85
Regular: Entre 26 y 55
Malo: Entre 0 y 25

Esta es la primera clasificación, para determinar la condición de un pavimento. Se denominará preclasificación por estado superficial y aplica para pavimentos flexibles y rígidos.

PCI	
0 - 25	ROJO
26 - 55	NARANJA
56 - 85	AMARILLO
86 - 100	VERDE

2.5.3.2 Preclasificación por estado estructural

Aplica únicamente para pavimentos flexibles.

Para el caso de estructuras de pavimento rígido, la información resultante de la deflectometría será empleada como elemento de soporte para la toma de decisiones en la alternativa de intervención y como información para el cálculo de refuerzos.

Esta preclasificación se encuentra apoyada en la determinación del número estructural (SN efectivo) del pavimento, de acuerdo a la metodología AASHTO - 93.

En las actividades de diagnóstico, se presentan dos números estructurales, el Número estructural requerido (SN req) y el Número estructural efectivo (SN efec).

El número estructural efectivo (SN efec) corresponde a la capacidad estructural del pavimento en servicio al momento de ser evaluado, con condiciones de tránsito definidas y mediante análisis de deflexiones a través del cálculo inverso, de acuerdo a lo indicado en la toma de deflexiones y cálculo del número estructural del presente anexo, numeral "Evaluación Estructural".

El número estructural requerido (SN req) corresponde a la capacidad estructural necesaria para que una estructura de pavimento pueda soportar las solicitaciones de carga, en términos de número de ejes equivalentes para un periodo de tiempo

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Desarrollo Urbano
VERSIÓN 1.0	

determinado. El número estructural requerido (SN req) se calcula siguiendo la metodología AASHTO con la siguiente ecuación para pavimentos asfálticos:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} \right] + 2.32 \times \log_{10}(MR) - 8.07$$

La relación entre el (SN req) y el (SN efec) es una manera de estimar la vida remanente del pavimento, de tal manera que:

Si, para un pavimento sometido a un determinado número de ejes equivalentes, se obtiene un valor de Número estructural efectivo (SN efec) y al compararlo contra el Número estructural que requiere (SN req) esa misma estructura de pavimento, se observa que SN efectivo, es igual o mayor que el SN requerido, es decir (SNefec) $\geq$ (SN req), entonces se deduce que el pavimento tiene una vida remanente, que permite soportar las solicitaciones requeridas para el periodo de tiempo definido.

Si por el contrario, el número estructural efectivo es menor que el requerido, (SN efec) $<$ (SN req), quiere decir que el pavimento tiene que ser reforzado o reconstruido.

A la relación de números estructurales, (SN efec) / (SN req) se le denominará Índice Estructural (I_e). Este índice permitirá identificar, en función de la posible vida remanente del pavimento, la condición estructural en la que se encuentra y clasificarla en función de la necesidad de refuerzo estructural o no.

El Índice Estructural permite identificar dos grandes grupos:

$$I_e \geq 1$$

$$I_e < 1$$

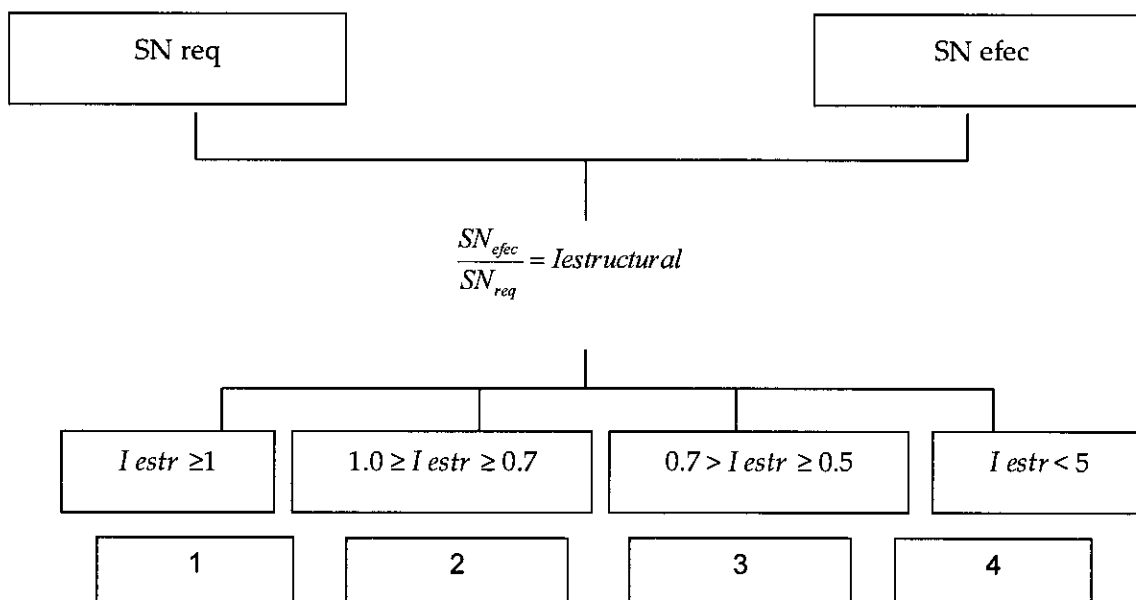
Cuando $I_e \geq 1$, la estructura de pavimento existente tiene un (SN efec) igual o mayor que el (SN req) y por tanto no requiere de ningún refuerzo para cumplir con las solicitaciones requeridas para el periodo de vida útil definido, siendo estructuralmente competente. En tal caso, bastará con ejecutar actividades de mantenimiento rutinario y/o periódico, según corresponda al estado superficial que tenga el pavimento.

Pero si $I_e < 1$, quiere decir que la estructura de pavimento necesita reforzarse. Dentro de este grupo, se pueden identificar dos extremos; el primer caso, cuando el Índice estructural I_e se acerca a cero (0), y el segundo cuando está cerca de uno (1). Para las dos situaciones la necesidad de refuerzo son diferentes, siendo la más crítica aquella

en la que I_e se acerca a cero (0), queriendo decir que la estructura necesita reconstruirse.

Se estableció entonces, mediante un análisis numérico, calculando para diferentes índices estructurales, el refuerzo que necesitaría el pavimento para alcanzar $SN_{req}=5.0, 4.5, 4.0, 3.5, 2.5$ y 2.0 , para estructuras con diferentes espesores. Lo anterior, permite identificar, en función del espesor del refuerzo, la necesidad de una intervención profunda o superficial.

El análisis anterior permite establecer una preclasificación estructural, de la misma manera como se hace con la preclasificación superficial, por lo cual se tiene lo siguiente:



Para diagnóstico el (SN req) se deberá calcular para un periodo de tres (3) años.

2.5.4 Determinación de la condición del pavimento

2.5.4.1 Pavimentos flexibles

Partiendo de las preclasificaciones establecidas anteriormente; (por superficie y por capacidad estructural), se define la condición del pavimento, como el resultado de la intersección entre la condición estructural y la condición superficial, de tal manera que, conociendo los valores de PCI y del Índice estructural I_e , se llega a la clasificación de la condición del pavimento. A esta combinación se denominará CLASE, identificada mediante colores que se relacionarán con un tipo de intervención determinado, ya sea mantenimiento (periódico o rutinario), rehabilitación o reconstrucción.

La clasificación por colores se presenta en la siguiente matriz, donde se indican todas las posibles combinaciones:

CALIFICACIÓN CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
I_e	PCI	CLASE	COLOR
< 0.5	0 - 25		ROJO
	26 - 55		ROJO
	56 - 85	Poco probable	ROJO
	86 - 100	Poco probable	ROJO
0.5 < 0.7	0 - 25		NARANJA
	26 - 55		NARANJA
	56 - 85		NARANJA
	86 - 100	Poco probable	NARANJA
0.7 < 1.0	0 - 25		NARANJA
	26 - 55		NARANJA
	56 - 85		NARANJA
	86 - 100		NARANJA
≥ 1.0	0 - 25		AMARILLO
	26 - 55		AMARILLO
	56 - 85		AMARILLO
	86 - 100		VERDE

Para poder tener mayor claridad del tipo de intervención que se requiere hacer, en función de la CLASE producto de la combinación de I_e y PCI, se asignan códigos, de la siguiente manera:

Código para clasificación estructural:

I_e	CÓDIGO
< 0.5	4
$0.5 \leq I_e < 0.7$	3
$0.7 \leq I_e < 1.0$	2
≥ 1.0	1

Código para clasificación superficial:

COLOR	CÓDIGO
ROJO	D
NARANJA	C
AMARILLO	B
VERDE	A

Finalmente, las combinaciones por color y por código permiten establecer los siguientes códigos de CLASE:

CALIFICACIÓN CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
CÓDIGO DEL ÍNDICE I_e	PCI	CLASE	COLOR DE LA CLASE
4	D	4 D	ROJO
	C	4 C	ROJO
	B	4 B*	ROJO
	A	4 A*	ROJO
3	D	3 D	NARANJA
	C	3 C	NARANJA
	B	3 B*	NARANJA
	A	3 A*	NARANJA
2	D	2 D	NARANJA
	C	2 C	NARANJA
	B	2 B	NARANJA
	A	2 A	NARANJA
1	D	1 D	AMARILLO
	C	1 C	AMARILLO
	B	1 B	AMARILLO
	A	1 A	VERDE

Indicando que para códigos entre 4A y 4D se realizarán actividades de reconstrucción; para códigos entre 2A y 3D, actividades de rehabilitación, y para códigos entre 1A y 1D se programarán actividades de mantenimiento.

Se observa que prima la condición estructural, y dependiendo del estado superficial, es posible establecer alcance y tipo de intervención esperada. Es importante anotar que existen combinaciones poco probables, como 3A, 3B, 4A y 4B, las cuales si se llegan a presentar requieren de un análisis particular para definir el tipo y momento de intervención.

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

En las clases 1D, 1C y 2A las cuales están en la frontera entre el mantenimiento periódico y rehabilitación, si el consultor lo considera conveniente, realizará el cálculo del número estructural efectivo asignando a cada capa los coeficientes estructurales mediante el estudio de cada uno de los materiales presentes en el paquete estructural incluyendo la subrasante.

Los estudios a realizar en materiales granulares serán: Determinación de la densidad de campo, humedad de campo y CBR de laboratorio. A partir del CBR obtenido y mediante las gráficas de la metodología de diseño AASHTO 1993, se determinará el coeficiente estructural correspondiente a cada una de las capas analizadas.

Los estudios a realizar en la subrasante (De acuerdo a su tipo) serán: Determinación de la densidad de campo, humedad de campo y CBR de laboratorio en condición saturada. A partir del CBR obtenido y mediante correlaciones se determinará el módulo resiliente.

Teniendo en cuenta la heterogeneidad en los contenidos de ligante de los materiales mejorados o estabilizados con cemento o bitumen, a menos que el consultor justifique otros valores deberá utilizar los siguientes: Cemento (máximo 0.14 mínimo 0.12), Bitumen (máximo 0.16 mínimo 0.12).

El coeficiente estructural de las mezclas asfálticas se determinará en función del nivel de fisuración, de acuerdo a lo descrito en la tabla 5.2 del capítulo 5 “Rehabilitation methods wiht overlays” de la metodología AASHTO 1993.

Con el número estructural obtenido del método de asignación de los coeficientes estructurales, se confirmará el tipo de intervención a realizar para estas clases (1D, 1C y 2A).

Si la preclasificación estructural se clasifica con el código 4, se define directamente el segmento como rojo y será objeto de actividades de reconstrucción, definidas mediante estudios y diseños que deben ser ejecutados por el contratista. Sin embargo, el estado superficial permitirá definir el momento de la intervención.

La condición naranja indicará la necesidad de realizar un refuerzo o mejoramiento a la estructura de pavimento, mediante actividades de rehabilitación, las cuales serán definidas mediante estudios y diseños ejecutados por el contratista, dependiendo de la necesidad estructural y de la condición superficial del segmento.

Las condiciones finales amarilla y verde, corresponden a la necesidad de ejecutar actividades de mantenimientos periódico y rutinario respectivamente.

2.5.4.2 Pavimentos rígidos

Para pavimentos rígidos, se clasificará únicamente, a través del estado superficial (PCI) y con la información obtenida de la deflectometría en los segmentos donde sea posible

efectuar la toma de esta, se plantearán los tipos de intervención que corresponden a los establecidos en el capítulo 5 del presente documento, teniendo únicamente en cuenta la clasificación por colores, así:

PCI	
0 - 25	ROJO
26 - 55	NARANJA
56 - 85	AMARILLO
86 - 100	VERDE

2.5.5 Afirmados

La evaluación estructural se aplica únicamente para pavimentos con estructura flexible y rígida, es decir que la anterior metodología no aplica en el caso de afirmados. Para afirmados, se procederá de acuerdo a lo indicado en el numeral 3 del presente documento.

Las intervenciones para afirmados se describen en el numeral 3 del presente documento y deben obedecer a un análisis por parte del contratista, que determine la necesidad de mantenimiento o proponer una estructura nueva.

2.6 CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN

Una vez definida la clasificación de la condición de pavimento, de acuerdo a cada color se establecen las actividades de conservación que se requieren de la siguiente manera, las cuales se realizarán en toda la calzada, la siguiente clasificación aplica para pavimentos rígidos y flexibles:

CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES POR COLOR

VERDE	Mantenimiento Rutinario
AMARILLO	Mantenimiento Periódico
NARANJA	Rehabilitación
ROJO	Reconstrucción

Las intervenciones propuestas para segmentos clasificados como rojos y naranjas deben corresponder a la determinación de un refuerzo o mejoramiento de la estructura existente, bien sea mejorando capas superiores o reemplazando y reconstruyendo completamente. El dimensionamiento de estos refuerzos será producto de un diseño particular a cargo del contratista.

Los tipos de intervención se definen en el numeral 2.7 del presente documento.

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

2.7 RECOMENDACIONES PARA EL DIAGNOSTICO, INTERVENCIÓN Y PARÁMETROS DE DISEÑO.

2.7.1 Recomendaciones para diagnostico e Intervenciones

El espesor en pavimentos flexibles se tomará sólo una vez durante la ejecución del contrato (el espesor se tomará en desarrollo del diagnóstico del año 1). Para los cálculos que se requieran en los años subsiguientes, el contratista utilizará los datos tomados mediante la actualización del diagnóstico y utilizará los espesores obtenidos el primer año.

Las intervenciones que se realicen en cada segmento deberán corresponder con las necesidades expresadas en número de ejes equivalentes para un periodo de tiempo determinado, en tal sentido se deberá cumplir con las siguientes premisas de diseño:

2.7.2 Parámetros de diseño

2.7.2.1 Período de diseño

Etapas de diagnóstico:

Para diagnóstico, se deberá hacer la proyección del tránsito y su número de ejes equivalentes para tres (3) años.

Etapas de diseños:

Para rehabilitaciones, el periodo de diseño deberá ser de siete (7) años.

Para reconstrucción, el periodo de diseño para estructuras de pavimento flexible no podrá ser inferior a 10 años y para estructuras de pavimento rígido no será menor a 20 años.

2.7.2.2 Confiabilidad

Cuando se emplee la metodología AASHTO de diseño, se deberá tener en cuenta los siguientes valores de confiabilidad mínimos para cada tipo de malla vial, así:

- Malla vial Arterial: Confiabilidad 90%
- Malla vial Intermedia: Confiabilidad 85%
- Malla vial Local: Confiabilidad 80% Troncales: Confiabilidad 95%.

2.7.2.3 Metodología para cálculo de refuerzos

En el caso de rehabilitaciones, tanto para pavimentos flexibles como para rígidos se podrá emplear la metodología AASHTO-93, para el cálculo de los refuerzos, de acuerdo a lo indicado en el numeral 2.4 del presente documento.

El contratista podrá también emplear otros métodos de diseño para los refuerzos, como Shell y el Instituto del Asfalto, para pavimentos asfálticos y PCA o AASHTO para pavimentos rígidos, o por medio de métodos mecanicistas que verifiquen el estado de esfuerzos y deformaciones a interior de la estructura. En este último caso se debe garantizar el adecuado estudio de los materiales involucrados en el diseño (Módulos y leyes de Fatiga). Sin embargo, en todo caso, deberá indicar el número estructural correspondiente si se emplean metodologías de diseño diferentes a la AASHTO, lo anterior para establecer el criterio de recibo al materializar el diseño.

Para el cálculo de rehabilitaciones el contratista deberá contar como mínimo con la siguiente información:

- Módulo resiliente de la subrasante, calculado con deflexiones.
- Espesores existentes, determinados como se indica en el presente documento.
- Propiedades de los materiales existentes.
- Propiedades mecánicas de los materiales a emplear en el refuerzo.

El contratista dependiendo el estado de la capa asfáltica y de la imposición de rasante, determinará el espesor de reforzamiento que, podrá incluir los granulares y la posibilidad de hacer capas recicladas estabilizadas in situ. No se permitirá el cambio de los granulares superiores, si no a lo sumo su mejoramiento.

2.7.2.4 Estudios para reconstrucciones

Cuando se requiere reconstruir una calzada, se deberá contar con información primaria de las condiciones de suelo de subrasante, (CBR, Módulos Resilientes), estado de las redes de servicios públicos, estudios de tránsito adecuados y todos los estudios necesarios para adelantar el diseño de una estructura de pavimento.

Adicionalmente se deberá establecer la calidad de las capas existentes y de la subrasante. Esto por cuanto puede ser posible que los materiales granulares dispuestos en la vía pueda ser reutilizado mediante alguna técnica.

2.7.2.5 Diseño de Refuerzos

2.7.2.5.1 Pavimentos flexibles

El diseño de refuerzos para estructuras en pavimento flexible, se realizarán de acuerdo a la metodología AASHTO-93, Shell o mecanicistas. En esta última alternativa se

deberán evaluar los materiales con adecuados valores de módulo y ley de fatiga. Sin embargo, en todo caso, deberá indicar el número estructural correspondiente si se emplean metodologías de diseño diferentes a la AASHTO, lo anterior para establecer el criterio de recibo al materializar el diseño.

Para el cálculo de rehabilitaciones el contratista deberá contar como mínimo con la siguiente información:

- Módulo resiliente de la subrasante, calculado con deflexiones.
- Espesores existentes, determinados como se indica en el presente documento.
- Propiedades de los materiales existentes.
- Propiedades mecánicas de los materiales a emplear en el refuerzo.

El contratista dependiendo el estado de la capa asfáltica y de la imposición de rasante, determinará el espesor de reforzamiento que, podrá incluir los granulares y la posibilidad de hacer capas recicladas estabilizadas in situ. No se permitirá el cambio de los granulares superiores, si no a lo sumo su mejoramiento.

2.7.2.5.2 Pavimentos rígidos

El refuerzo para pavimentos rígidos, puede ser calculado empleando los métodos de la PCA, AASHTO o mecanicistas.

En la metodología AASHTO el refuerzo requerido para pavimento rígido está definido como el espesor faltante de losa (Dol).

Para el cálculo del refuerzo en pavimentos rígidos, se realizará el estudio y análisis mediante deflectometría, para lo cual se empleará el FWD siguiendo las indicaciones descritas en el numeral 2.4 del presente documento y adicionalmente se deberán considerar los siguientes aspectos a tener en cuenta para la toma de información.

En pavimentos de concreto hidráulico, la temperatura, en forma de cambios globales del gradiente térmico, representa una influencia muy importante en las deflexiones medidas cerca de las juntas o grietas. Las temperaturas altas provocan expansión en las losas, y por ende un acercamiento entre ellas; así, se incrementa la eficiencia de la transferencia de carga, y por consiguiente las deflexiones son menores.

El alabeo de las losas, debido a los gradientes de temperatura, suele causar variaciones importantes en las deflexiones medidas, especialmente si se evalúan en la noche o en la mañana, cuando la cara superior de la losa está más fría que la inferior, ya que generarán deflexiones mayores en las esquinas y en las orillas que las que se realizan por la tarde, cuando la cara superior de la losa está mucho más caliente que la inferior.

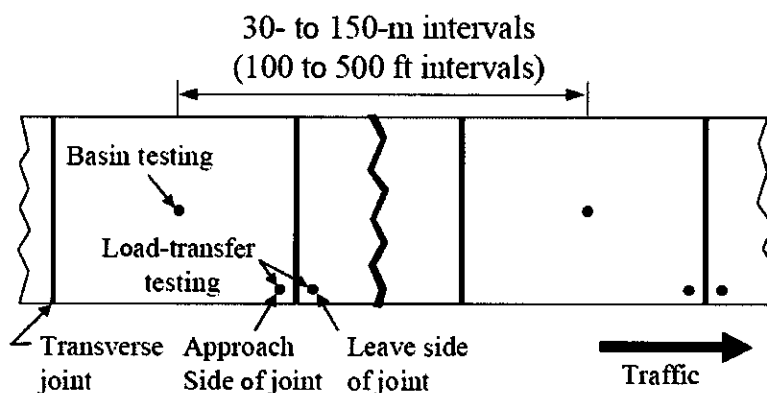
Toma de información para el cálculo de refuerzos en pavimentos rígidos

La información requerida para diseñar el refuerzo de pavimentos rígidos, después de su clasificación como segmentos naranja que deben ser rehabilitados, se basa en la toma de deflexiones y en la determinación de espesores de losa existente y en la evaluación estructural con ensayo de placa, para la toma de deflexiones se deberá garantizar que se realice el ensayo sobre losas en buen estado, de no encontrar en el segmento ninguna losa en buen estado solamente se tendrá en cuenta la información del ensayo de placa.

Los resultados de los ensayos de deflexión en pavimentos rígidos se emplean para determinar lo siguiente:

- Módulo elástico del concreto y módulo de reacción de la subrasante (en el centro de la losa)
- Transferencia de cargas en las juntas (sobre las juntas transversales en la huella)
- Detección de vacíos (en la huella)

En la figura a continuación, se muestran los puntos donde usualmente se toman deflexiones en pavimentos rígidos:



La frecuencia y el número de ensayos para la toma de deflexiones se indican en la siguiente tabla:

TIPO DE VIA	SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE ENSAYOS	
	Longitud del segmento	Número de deflexiones (Por calzada) Pavimento Rígido
Local, intermedia y Arterial	SEGMENTO < 50 m	Mínimo sobre dos (2) losas
	50 m < SEGMENTO < 100 m	Mínimo sobre cuatro (4) losas
	100 m < SEGMENTO < 150 m	Mínimo sobre seis (6) losas
	150 m < SEGMENTO < 200 m	Mínimo sobre siete (7) losas
	200 m < SEGMENTO < 250 m	Mínimo sobre ocho (8) losas
	SEGMENTO > 250 m	Cada 8 losas
	La medida se deberá realizar en el centro de la losa y en las juntas transversales, únicamente sobre losas en buen estado	

El número de perforaciones, para recuperación de núcleos, será:

TIPO DE MALLA VIAL	TIPO DE PAVIMENTO	NÚMERO DE PERFORACIONES	
Local Intermedia Arterial	Rígido	Segmento < 50m	Dos (2) perforaciones, coincidentes con los puntos de toma de deflexión
		Segmento 50m – 100m	Tres (3) perforaciones, coincidentes con los puntos de toma de deflexión.
		Segmento 100m – 150m	Cuatro (4) perforaciones, coincidentes con los puntos de toma de deflexión.
		Segmento 150m – 200m	Seis (6) perforaciones, coincidentes con los puntos de toma de deflexión.
		Segmento 200m – 250m	Siete (7) perforaciones, coincidentes con los puntos de toma de deflexión.
		Segmento >250 m	Una (1) perforación, por cada punto de toma de deflexión.

Los sondeos o perforaciones serán de 6" si se desea realizar evaluación del concreto existente o de 3" para identificar espesores, se realizarán con taladros con recuperación de núcleos, hasta una profundidad tal que se identifique el espesor de la losa existente.

Una vez obtenida la información necesaria de las perforaciones, se deberá reparar el sitio intervenido, de manera inmediata, con material de las mismas o similares

características del retirado tanto para granulares como el concreto hidráulico, en condiciones adecuadas de terminado superficial, sin que se generen resaltos en estos puntos y garantizando el sello de los bordes de la perforación para evitar el ingreso de agua o materiales sueltos.

El análisis de la información de deflexiones para cada segmento es el mismo que se realizó para el cálculo del módulo resiliente de la subrasante y el $SN_{efectivo}$, en el caso de pavimento flexible.

La metodología a seguir para el cálculo de refuerzos en pavimentos rígidos, puede ser a la indicada por la AASHTO -93, calculando el módulo de reacción combinado, al área del cuenco de deflexiones, los K (estático y dinámico) y el espesor faltante de losa, se requiere aplicar la metodología AASHTO-93 fielmente, para el cálculo de refuerzos.

A continuación se describe de manera general la metodología AASHTO- 93.

Cálculo del Módulo de reacción Combinado, Subrasante – Base granular (K) por deflectometría

A partir de las deflexiones ejecutadas con el deflectómetro de impacto FWD, se procede a explicar la metodología para el cálculo del Módulo de Reacción (k) del material de apoyo (subrasante y subbase granular si existe) bajo la losa.

Para obtener el módulo de reacción, se realizan los siguientes cálculos, según metodología AASHTO:

$$AREA = 6 * \left[1 + 2 \left(\frac{d_{12}}{d_0} \right) + 2 \left(\frac{d_{24}}{d_0} \right) + \left(\frac{d_{36}}{d_0} \right) \right]$$

Donde:

do: deflexión en el centro del plato de carga, en pulgadas.

di: deflexiones a 12, 24 y 36 pulgadas del centro del plato, en pulgadas.

Con esta información se calcula el valor de K estático y K dinámico.

Determinación del DOL (Espesor Faltante de losa)

El espesor de losa requerido (DOL), se define como la diferencia entre el espesor requerido para un nivel de tránsito y el espesor de losa existente.

$$D_{ol} = D_f - D_{eff}$$

Donde:

Df: espesor de losa para tránsito futuro.

Deff: espesor de losa existente.

El espesor de losa efectivo o existente se determina, mediante la extracción y recuperación de núcleos. Este espesor se afectará por los coeficientes indicados en la metodología AASHTO – 93, de tal manera que el espesor de losa efectivo o existente se calculará con la siguiente ecuación:

$$Deff = f_{ju} \times f_{du} \times f_{fat} \times D$$

Donde:

f_{ju} : Factor de ajuste por juntas y grietas.

f_{du} : Factor de ajuste por durabilidad.

f_{fat} : Factor de ajuste por fatiga.

D: Espesor de losa existente medido directamente en pulgadas.

Con base en el K efectivo estático obtenido y con los coeficientes adoptados, se aplica la siguiente ecuación de la AASHTO para pavimentos rígidos y se obtiene el espesor de losa necesario para sobrellevar el tránsito futuro (Df).

$$\log W18 = ZR * S_o + 7.35 \times \log(D + I) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + I)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32Pt) * \log \left[\frac{S'c * Cd * [D^{0.75} - 1.132]}{215.63 * J * \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E/K)^{0.25}} \right]} \right]$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes

Zr: Desviación estándar.

D: espesor de la losa de pavimento en pulgadas.

S'c: Módulo de rotura del concreto (psi).

J: Coeficiente de transferencia de carga.

Cd: Coeficiente de drenaje.

Ec: Módulo de elasticidad del concreto (psi)

K: módulo de reacción de la subrasante

2.7.2.5.3 Afirmados

Para los afirmados que se determine sean diseñados con estructura de pavimento, se empleará alguna de las siguientes metodologías AASHTO – 93, y Shell, para pavimentos flexibles y PCA o ASSHTO -93 para rígidos, verificando el diseño con metodología mecanicista, en los diseños se empleará la información obtenida directamente mediante ensayos de CBR de la subrasante para calcular el módulo resiliente.

Para el cálculo del módulo resiliente de la subrasante, en vías en afirmado se calculará únicamente, con la información obtenida del CBR de la subrasante, una vez se llegue a esta en el apique y mediante el procedimiento descrito en la norma INV-E-148 vigente o aquella que la sustituya, "Procedimiento para el ensayo sobre muestras inalteradas" y el módulo se calculara mediante la mejor correlación aplicable para el tipo de suelo encontrado.

2.8 INTERVENCIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

2.8.1 Tipo de Intervención

En función del tipo de estrategia propuesta, se establecen las intervenciones predominantes, no obstante, es posible que dentro de una estrategia se requieran adelantar intervenciones que la complementen, sin constituirse en una práctica recurrente.

2.8.1.1 Intervenciones para Estrategias de Mantenimiento, Rehabilitación o Reconstrucción:

Las intervenciones que se definan realizar para cada caso, bien sea mantenimiento (rutinario o periódico), rehabilitación o reconstrucción, deberán ejecutarse a lo largo y ancho de la calzada a intervenir.

2.8.1.1.1 Mantenimiento

Mantenimiento rutinario

Se define como el conjunto de actividades tendientes a lograr el cumplimiento de la vida útil de la estructura, constituyéndose en una práctica preventiva. Entre las actividades principales se tienen las siguientes, sin limitarse a ellas:

- Limpieza de drenajes, pozos, alcantarillas.
- Sello de fisuras, en pavimentos flexibles.
- Limpieza y sello de juntas, para pavimentos rígidos.

Mantenimiento periódico

Se define como el conjunto de actividades superficiales que no comprometen las capas inferiores de la estructura del pavimento, tendientes a lograr que por lo menos se alcance el periodo de diseño o vida útil, manteniendo su condición de servicio. Constituyéndose así en una práctica preventiva o correctiva. Entre las actividades principales se tienen las siguientes, sin limitarse a ellas:

En pavimentos flexibles:

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. INSTRUMENTO Desarrollo Urbano
VERSIÓN 1.0	

- Parcheo.
- Bacheo.
- Colocación de capas asfálticas no estructurales del tipo microaglomerado, o mezclas densas de restitución de carpeta.
- Lechada asfáltica o sello de arena-asfalto.

En pavimentos rígidos:

- Sello de fisuras
- Reposición parcial a profundidad
- Remplazo total de losa
- Generación de juntas

2.8.1.1.2 Rehabilitación

Esta actividad está definida como el conjunto de medidas que se aplican con el fin de recuperar la capacidad estructural del pavimento y hacerlo apto para un nuevo período de servicio. Algunas actividades asociadas a la necesidad de rehabilitar implican el retiro de parte de la estructura existente para colocar posteriormente el refuerzo, en tanto que con otras se busca aprovechar las condiciones superficiales existentes del pavimento. Puede incluir el reciclado de las capas asfálticas, con o sin incorporación de material granular nuevo o existente, o la colocación de capas superiores de mejoramiento estructural. Normalmente, los procesos de rehabilitación van asociados a la ampliación de los períodos de vida útil y en consecuencia al estudio de tránsito, materiales y dimensionamiento estructural necesarios. Su intervención en profundidad será máximo hasta la primera capa granular de la estructura y se realizarán si se requiere mejoras en las condiciones hidráulicas, que no requieran renovación o diseño.

2.8.1.1.3 Reconstrucción

Se define como el retiro y reemplazo total de la estructura de un pavimento para generar una nueva estructura, la cual queda como una vía nueva. Es posible considerar la reutilización total o parcial de los materiales existentes. En su detalle, se debe hacer el estudio de tránsito, materiales, dimensionamiento estructural y si se requiere renovación o diseño de redes hidráulicas necesarias, para garantizar el período de vida útil previsto.

Se recomienda emplear adicionalmente a los materiales convencionales, el empleo de materiales estabilizados, reciclaje, o mezclas ambientalmente favorables como mezclas asfálticas con grano de caucho reciclado (GCR).

2.8.2 Intervenciones para Pavimentos Flexibles.

De acuerdo a los códigos de CLASE definidos en la determinación de la condición del pavimento, es posible establecer los tipos posibles de intervención, como una ayuda en el proceso de la toma de decisiones y poder establecer el momento y necesidad específica de intervención.

INTERVENCIONES PARA LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
CÓDIGO DEL ÍNDICE I_e	PCI	CLASE	TIPO DE INTERVENCIÓN
4	D	4 D	Reconstrucción
	C	4 C	
	B	4 B*	
	A	4 A*	
3	D	3 D	Rehabilitación
	C	3 C	
	B	3 B*	
	A	3 A*	
2	D	2 D	Rehabilitación
	C	2 C	
	B	2 B	
	A	2 A	
1	D	1 D	Mantenimiento Periódico
	C	1 C	
	B	1 B	
	A	1 A	Mantenimiento Rutinario

De manera particular para la condición estructural identificada con el código uno (1), con una condición superficial roja o naranja (1C y 1D), se deberá realizar el fresado y la restitución de la carpeta asfáltica, en un espesor como mínimo igual al existente o aquel que tenía proyectado a nivel de rasante.

Para las combinaciones 2A a 2D, se recomienda hacer intervenciones a nivel de capas asfálticas, bien sea por medio de fresado y restitución o reemplazo de la capa asfáltica o sobrecarpetas.

Se recomienda que para actividades de rehabilitación, se tenga en cuenta las siguientes situaciones en función del Índice Estructural (Ie):

Para Índices estructurales menores de 1 y mayores o iguales a 0.7, ($1 < 0.7$), combinaciones 2A a 2D y si el diseño de refuerzo propuesto por el contratista y aprobado por la interventoría lo permite, se recomienda intervenir únicamente la capa superior con el reemplazo de la (s) capa (s) asfálticas, empleando mezclas estructurales o la construcción de sobrecarpetas si la rasante lo permite.

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

Para Índices estructurales menores de 0.7 y mayores o iguales a 0.5, combinaciones 3A a 3D, se realizará la propuesta de refuerzo o mejoramiento diseñada por el contratista y aprobada por la interventoría.

Para las actividades de rehabilitación, se consideró el empleo de materiales estabilizados con cemento y/o bitumen o el empleo de técnicas de reciclaje, con o sin adición de bitumen y/o ligante hidráulico.

En intervenciones de rehabilitación o reconstrucción, las combinaciones 3A, 3B, 4A y 4B, indicarán que el estado superficial permite que la intervención se programe después de atender los segmentos calificados con combinaciones que indiquen un deterioro mayor, como son; 3D, 4D, 3C y 4C.

En la siguiente matriz se indica el tipo de intervención para pavimentos flexibles, corresponde a una sugerencia, la intervención definitiva deberá corresponder a la propuesta por el contratista y aprobada por la Interventoría:

MATRIZ DE CLASIFICACIÓN E INTERVENCIÓN PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

MANTENIMIENTO												
CÓDIGO DE CLASE		RUTINARIO	PERIÓDICO									
		Mantenimiento de tuberías, box culvert, y estructuras de alcantarillado										
		Sello de Grietas en Pavimentos Asfálticos										
		Lechadas asfálticas. (Mezcla no estructural)										
		Sello de Arena Asfalto. (Mezcla no estructural)										
		Tratamiento Superficial Simple. (Mezcla no estructural)										
		Micro aglomerado en Caliente. (Mezcla no estructural)										
		Reparación superficial de pavimento asfáltico (parcheo)										
		Reparación profunda de pavimento asfáltico (bacheo)										
		Fresado de Pavimentos Asfálticos.										
		Mezcla Densa en Caliente (Para restitución de Carpeta de Rodadura) y cuando aplique previo sello de fisuras e intervenciones de Parcheo y Bacheo.										
		REHABILITACIÓN										
		RECONSTRUCCIÓN										
1A		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1B		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1C		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1D		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2A		X										
2B		X										
2C		X										
2D		X										
3A		X										
3B		X										
3C		X										
3D		X										
4		X										
5		X										
6		X										
7		X										

Nota: Intervenciones sugeridas, la definitiva corresponderá a la propuesta por el contratista y aprobada por la interventoría.

2.8.3 Intervenciones para Pavimentos Rígidos.

Dependiendo de la condición superficial obtenida con la PCI y de la información obtenida con el análisis de deflexiones y de transferencia de cargas, se define que para

pavimentos rígidos, con clasificación amarilla o verde, la realización de actividades de mantenimiento rutinario o periódico.

Cuando la calificación superficial del PCI, en pavimentos rígidos, indique calificación naranja o roja, se deberán realizar actividades de rehabilitación o reconstrucción respectivamente.

En la siguiente matriz se presenta el tipo de intervención para pavimentos rígidos, corresponde a una sugerencia, la intervención definitiva deberá corresponder a la propuesta por el contratista y aprobada por la Interventoría.

MATRIZ DE CLASIFICACIÓN E INTERVENCIÓN PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS									
TRAFICO	ESTADO INICIAL	PCI	CLASIFICACIÓN INICIAL		MANTENIMIENTO				
			RUTINARIO		PERIODICO				
			LIMPIEZA Y REPOSICIÓN DE JUNTAS	REPARACIÓN DE JUNTAS	SELLO DE FISURAS	REPOSICION PARCIAL A PROFUNDIDAD	REEMPLAZO TOTAL DE LA LOSA	GENERACIÓN DE JUNTAS	FRESADO Y NIVELACIÓN
> 4 x 10 ⁶	86 - 100		X	X	X	X	X	X	
	56 - 85		X	X	X	X	X	X	
	26 - 55								X
	0 - 25								X
< 4 x 10 ⁶	86 - 100		X	X	X	X	X		
	56 - 85		X	X	X	X	X	X	
	26 - 55								X
	0 - 25								X
			REHABILITACIÓN					RECONSTRUCCIÓN	

Nota: Intervenciones sugeridas, la definitiva corresponderá a la propuesta por el contratista y aprobada por la interventoría

2.8.4 Intervenciones para Afirmados

Si el afirmado corresponde a la malla vial arterial o intermedia, se deberán efectuar actividades de rehabilitación o si el IDU lo considera se podrán diseñar estructuras de pavimento flexible o rígido.

La información para diseño deberá ser primaria y para ello se realizarán inspecciones del estado estructural, por medio de apiques para determinar espesor de materiales y la condición de la subrasante, mediante ensayos de CBR inalterado. Se debe evaluar el estado de la superficie para determinar síntomas de daños, tales como la presencia de deformaciones plásticas o hundimientos que señalen una debilidad en las capas que conforman el afirmado o incluso en la subrasante, esta evaluación la realizarán mediante inspección visual, de manera conjunta los especialistas de la Interventoría y del contratista.

Para el cálculo del módulo resiliente de la subrasante, en vías en afirmado se calculará únicamente, con la información obtenida del CBR de la subrasante, una vez se llegue a esta en el apique y mediante el procedimiento descrito en la norma INV-E-148 vigente o aquella que la sustituya, "Procedimiento para el ensayo sobre muestras inalteradas" y el módulo se calculara mediante la mejor correlación aplicable para el tipo de suelo encontrado.

Cuando el afirmado corresponda a la malla vial arterial o intermedia, se realizarán actividades enmarcadas en el concepto de rehabilitación, de tal manera que se mejorará el afirmado mediante la técnica que sea necesaria, incluyendo la posibilidad de reciclar o estabilizar lo existente, y posteriormente colocar una capa asfáltica de espesor resultante del cálculo de la rehabilitación.

Si el afirmado corresponde a la malla vial local, y de acuerdo al resultado de la inspección visual de la vía el contratista, debe proponer alternativas de intervención de mantenimiento periódico, estas alternativas serán aprobadas por la interventoría, y tanto el contratista como el interventor para su evaluación deberán tener en cuenta como mínimo lo siguiente:

- Tránsito.
- Redes de servicios públicos.
- Movilidad.
- Impacto socio-económico.

Si la intervención propuesta, corresponde a ejecutar actividades de mantenimiento, se podrán ejecutar las siguientes:

Cuando la vía cuente con estructuras de drenaje en buen estado, se hará un reemplazo o mejoramiento (reciclaje y /o estabilización) de material granular superficial en función de la calidad de éste y del estado de la estructura y/o instalación de alguno de los siguientes tratamientos o capas superficiales; tratamientos superficiales (doble o

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

sencillo), material producto del reciclado de capas asfálticas y capas asfálticas no estructurales.

Si la vía en afirmado no tiene estructuras de drenaje o se encuentran en mal estado y fuera de servicio, las actividades de mantenimiento se limitaran a reemplazar la capa granular y formar cunetas para el manejo del agua de escorrentía.

2.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las Especificaciones Técnicas constituyen un conjunto de instrucciones que tienen como finalidad la de estandarizar procesos de construcción, requisitos de calidad y diseño de materiales, equipos, condiciones de recibo, controles durante la ejecución, controles sobre los productos, medida y forma de pago, con la finalidad de crear un lenguaje que permita garantizar el control de calidad de las obras viales.

Las especificaciones técnicas generales de materiales y construcción, IDU – ET – 2011 adoptadas por el IDU mediante resolución 4880 del 05 de diciembre de 2011.

Las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías que se requieran utilizar en el desarrollo de los distritos de conservación serán aquellas que no se encuentren dentro del tomo de las especificaciones técnicas generales de materiales y construcción IDU–ET–2011 vigentes.

Las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS a utilizar, serán las actualizadas mediante resolución No. 1376 del 26 de mayo de 2014.

Las especificaciones particulares son aquellas que por condiciones especiales de los proyectos sean pertinentes generar, éstas deben ser aprobadas por la Interventoría.

2.9.1 Especificaciones particulares

2.9.1.1 Reposición total o parcial de losas de concreto hidráulico

Conjunto de actividades que se realizan para reponer losas dañadas, o la reposición parcial de losas, a fin de reestablecer o mejorar la comodidad y seguridad de la superficie de rodadura y restituir la capacidad estructural en pavimentos de concreto hidráulico.

1) Descripción

Este trabajo consiste en la demarcación, corte, demolición, remoción, cargue, transporte y disposición final de materiales y colocación, vibrado, texturizado y curado de concreto hidráulico y sello de juntas con la finalidad de reponer la losa o parte de la losa afectada.

2) Materiales

Los requisitos de calidad del concreto hidráulico, acero y productos de curado deberán cumplir lo descrito en la sección 600 de las especificaciones IDU – ET – 2011.

Los requisitos de calidad de los productos del sello de juntas deberán cumplir lo establecido en la especificación sello de grietas y reposición de sello de juntas en pavimentos de concreto hidráulico del presente documento.

Los requisitos de calidad de los materiales a utilizar para el tratamiento de la base de la losa o de la zona afectada, deberá cumplir lo descrito en las especificaciones IDU – ET – 2011.

3) Equipo

Equipo de Corte:

Con dispositivo abrasivo o de diamante del tamaño, potencia y capacidad que se requiere para realizar el corte a profundidad total y con el ancho especificado por el Interventor.

Equipo de demolición:

Martillos neumáticos o hidráulicos capaces de fragmentar la losa de concreto.

Grúa o cargador

Equipo de Fabricación, transporte, extendida y compactación del Concreto:

Aplica lo descrito en el numeral 600.4 de la sección 600 de las especificaciones IDU – ET – 2011.

Herramientas y elementos de acabado:

Aplica lo descrito en el numeral 600.4 de la sección 600 de las especificaciones IDU – ET – 2011.

Equipo de curado:

Aplica lo descrito en el numeral 600.4 de la sección 600 de las especificaciones IDU – ET – 2011.

Equipo de corte de juntas:

Aplica lo descrito en el numeral 600.4 de la sección 600 de las especificaciones IDU – ET – 2011.

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Desarrollo Urbano
VERSIÓN 1.0	

Equipo para limpieza y sello de juntas:

Aplica lo descrito en la especificación sello de grietas y reposición de sello de juntas en pavimentos de concreto hidráulico del presente documento.

Equipo de Perforación para pasa – juntas y barras de amarre.

La perforación se realizará mediante taladros que tengan el tamaño y capacidad necesarios.

Equipo para la inyección de material de fijación de los pasa – juntas:

Dispositivo de inyección con una boquilla lo suficientemente larga para que llegue al final del orificio.

4) Ejecución de los trabajos

4.1 Demarcación del área a intervenir

Sobre la superficie deteriorada, se delimitarán con pintura las áreas a intervenir.

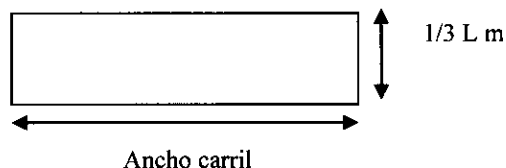
Para la determinación de las áreas se deberá tener en cuenta:

Forma: La forma geométrica del área a intervenir deberá ser un rectángulo con dos de sus lados perpendiculares al eje de la vía y los otros dos paralelos a este.

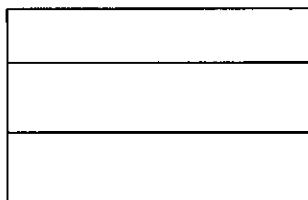
Dimensionamiento mínimo:

Ancho: igual al ancho del carril

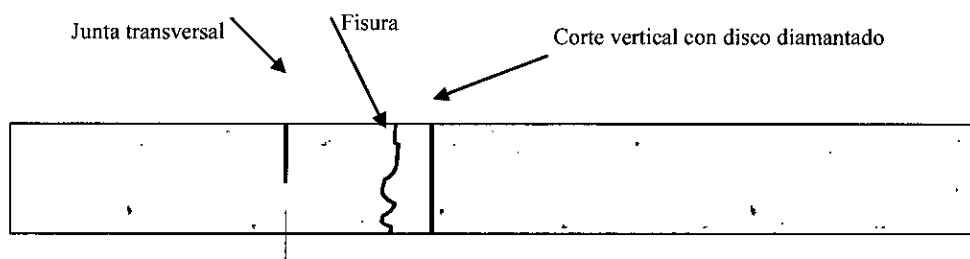
Longitud: La longitud de la reposición, será mínimo el tercio ($1/3$) de la longitud de la losa. Si la longitud sobrepasa el tercio, se repone totalmente la losa.



Ubicación: La reposición se ubicara en los tercios de la losa, de no cumplirse esta condición, se retirara toda la losa.



4.2 Corte del área afectada: El corte se deberá realizar a profundidad total

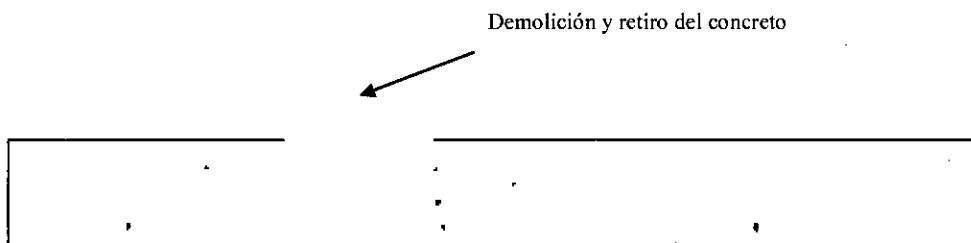


4.3 Remoción por izado:

Siempre que sea posible se recomienda que el concreto se retire izándolo, para ello, después de que el área de remoción se aísla con los cortes de la sierra en todo el espesor del pavimento, el concreto deteriorado se iza verticalmente. Para hacer eso, se efectúan perforaciones que traspasan la losa desde la parte superior y se colocan ganchos que permitan izar los pedazos de losas, con la ayuda de cadenas que se sujetan al equipo pesado, que puede ser una grúa o un cargador frontal.

4.4 Demolición y retiro de escombros:

En muchos casos el concreto puede estar tan deteriorado que el izado no es práctico. Para estos casos se puede demoler el concreto, del área que se va a remover, con la ayuda de un martillo neumático.



4.5 Preparación de la superficie existente:

Antes de la reposición total o parcial de la losa, la superficie sobre la que se colocará el concreto estará exenta de material suelto, polvo, encharcamientos, libre de irregularidades y tratados satisfactoriamente los baches en el caso de haberse presentado.

La selección de los materiales a utilizar para el tratamiento de los baches será responsabilidad del Interventor, se podrá utilizar material granular, materiales estabilizados con cemento o emulsión asfáltica y mezclas densas en caliente entre otros.

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

La Colocación, extendida y compactación de los materiales utilizados se realizará de acuerdo a lo descrito en las especificaciones técnicas.

4.6 Reposición de barras transversales de transferencia:

Cuando sea necesario reponer, instalar o ajustar los pasa – juntas se deberá:

Perforación y limpieza del orificio:

El diámetro a perforar dependerá del calibre de la funda de la pasa – junta.

La limpieza se realizará con aire a presión para expulsar el polvo y los residuos.

Instalación de la funda de los pasa – juntas

Para instalar la funda de los pasa – juntas, se debe inyectar el material de fijación, que puede ser un epóxico, desde el fondo del agujero hasta afuera, asegurando que no queden vacíos dentro del orificio una vez colocada la funda del pasa junta. Si el epóxico no tiene la viscosidad necesaria para mantenerse dentro del orificio, se empleará un retenedor como barrera para prevenir el escape.

Una vez colocadas las fundas, se procederá a instalar el pasa – juntas.

4.7 Colocación del concreto:

Aplica lo descrito en el numeral 600.5.10 de la sección 600 de las especificaciones técnicas IDU – ET – 2011.

4.8 Acabado superficial:

Aplica lo descrito en el numeral 600.5.12 de la sección 600 de las especificaciones técnicas IDU – ET – 2011.

4.9 Textura superficial:

Aplica lo descrito en el numeral 600.5.13 de la sección 600 de las especificaciones técnicas IDU – ET – 2011.

4.10 Protección del concreto fresco:

Aplica lo descrito en el numeral 600.5.14 de la sección 600 de las especificaciones técnicas IDU – ET – 2011.

4.11 Curado del concreto:

Aplica lo descrito en el numeral 600.5.15 de la sección 600 de las especificaciones técnicas IDU – ET – 2011.

4.12 Corte de juntas:

Aplica lo descrito en el numeral 600.5.17 de la sección 600 de las especificaciones IDU – ET -2011.

4.13 Sellado de juntas:

Deberá cumplir lo establecido en la especificación sello de grietas y reposición de sello de juntas en pavimentos de concreto hidráulico del presente documento.

5) Condiciones para el recibo de los trabajos

Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos establecidos.
Verificar la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo a lo descrito en esta especificación.

Verificar el buen estado y correcto funcionamiento de los equipos y herramientas empleados, el interventor ordenara el reemplazo inmediato de aquellos que, a su juicio, no permiten la correcta ejecución.

Que los pasa – juntas hayan sido colocados perpendicularmente a la superficie de la junta

Que la profundidad de las depresiones de las losas repuestas, observadas colocando una regla de tres metros (3m) paralela y perpendicularmente al eje, dentro y parcialmente fuera de la losa, sea menor o igual de 5mm.

La textura debe ser similar a la de las losas adyacentes.

MEDIDA

La unidad de medida de la reposición parcial a profundidad será el metro cúbico (m3), aproximado al entero, de acuerdo con las exigencias de esta especificación y las dimensiones y cotas señaladas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y a satisfacción plena del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de corte, , demolición, limpieza previa que requiera la superficie, fabricación del concreto, el cargue, transporte, descargue, colocación, vibrado, curado, texturizado, reemplazo de pasa – juntas y sellado del concreto en los sitios establecidos; la reparación a satisfacción de todos los elementos que hayan sido afectados por la ejecución de los trabajos; la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito público durante el lapso de ejecución de los trabajos y, en

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Desarrollo Urbano
VERSIÓN 1.0	

general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de la reposición parcial o total de losas.

ITEM DE PAGO

Reposición total o parcial de losas de concreto hidráulico. Metro Cúbico (m3)

2.9.1.2 Sello de grietas y reposición de sello de juntas en pavimentos de concreto hidráulico

1) Descripción:

Este trabajo consiste en la conformación, limpieza y sellado de las juntas de un pavimento de concreto hidráulico empleando productos de aplicación en caliente y en frío, de acuerdo con lo establecido en los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

2) Materiales

El material para el sello de juntas deberá ser:

De aplicación en caliente, que cumpla los requisitos de calidad indicados en la especificación ASTM D6690. Los ensayos respectivos se efectuarán conforme lo establece la norma de ensayo ASTM D5329.

De aplicación en caliente, que cumpla los requisitos de calidad indicados en la especificación ASTM D 3406.

De aplicación en frío, que cumpla los requisitos de calidad indicados en las especificaciones IDU – ET – 2011, sección 600 numeral 600.2.1.10.1.1

El material de soporte del sello deberá cumplir lo descrito en la especificación ASTM D 5249.

3) Equipo

Caldera para el calentamiento del sello y lanzas de aire comprimido caliente:

Aplica lo descrito en el numeral 466.6 del Artículo INV-E-466-07, o aquella que la sustituya.

Compresores de Aire:

Aplica lo descrito en el numeral 466.6 del Artículo INV-E-466-07, o aquella que la sustituya.

Dispositivos para la colocación del material de sello:

Aplica lo descrito en el numeral 466.6 del Artículo INV-E-466-07, o aquella que la sustituya.

Dispositivos para la colocación del cordón de soporte del sello:

Consistirá en una herramienta que garantice el espesor mínimo y constante del material de sello a lo largo de la junta.

4) Ejecución de los trabajos:

4.1 Transporte y almacenamiento:

Aplica lo descrito en el numeral 466.4.1 del Artículo INV-E-466-07

4.2 Labores Previas:

Aplica lo descrito en el numeral 466.4.2 del Artículo INV-E-466-07

4.3 Preparación de las juntas y grietas:

En el caso de realizar una reposición del sello de la junta, el material sellador y el cordón de soporte existente deberán ser retirados mecánicamente por medio de pulidoras de disco diamantado, garantizando la verticalidad de las caras de la junta. El ancho y la profundidad del corte deberán ser similares a los existentes para garantizar la nueva instalación del cordón de soporte y del sello y de tal forma que el material existente pueda ser removido en su totalidad.

Antes de aplicar el material de sello, las juntas deben estar libres de partículas de polvo, materiales sueltos, materiales extraños y humedad que impida la adhesión del producto sellante. Con esta finalidad se limpiarán enérgicamente las caras interiores de la junta, empleando espátulas, cepillos de alambre y aire comprimido. Si el sellado es suspendido, antes de reiniciarlo, la junta se limpiará nuevamente.

Además de las anteriores recomendaciones, se tendrán en cuenta las que cada fabricante del producto considere necesario para la instalación del sello.

Antes de proceder al sellado, todo material suelto que quede en la superficie del pavimento, como resultado de las operaciones de limpieza de las juntas, deberá ser removido mediante barrido o soplado con aire comprimido, de una manera que resulte satisfactoria para el Interventor y no produzca molestias a los usuarios ni a los vecinos de la vía.

Si durante el proceso de limpieza o retiro del sello averiado, la junta se daña, el contratista realizará las reparaciones necesarias por su cuenta y costo.

Conformación y limpieza de Grietas:

Fisuras pequeñas, < 3 mm de ancho, si no se presentan descantilamientos no es necesario ampliarlas.

Fisuras medias, 3 - 12 mm de ancho, si presentan descantilamientos o los bordes son rugosos, se deben ampliar y sellar.

Fisuras grandes, mayores a 12 mm de ancho, se deben ampliar y sellar.

En el caso de sello de grietas de pavimentos de concreto hidráulico, se realizará el ruteo de sus caras mediante pulidoras de disco diamantado de diámetro pequeño, con el cual se pueda seguir la trayectoria de la grieta, garantizando la verticalidad de las caras y su estabilidad para soportar los esfuerzos. Las grietas serán ensanchadas lo necesario para que sus dimensiones sean las adecuadas para colocar el material de sello.

Para la limpieza de las grietas se deberán tener en cuenta las condiciones señaladas para la limpieza de juntas.

4.4. Colocación del cordón de soporte del sello:

El material del cordón de soporte será compatible con el material sellador que vaya a ser utilizado.

El cordón de soporte se instala con la finalidad de evitar la adherencia del sello en tres puntos del concreto, limitar el espesor del sello y evitar consumos innecesarios.

El diámetro del cordón de soporte estará en función del ancho y profundidad de la junta y del espesor mínimo necesario de material de sello.

Previamente al vaciado del compuesto llenante, se coloca el cordón de respaldo presionándolo dentro de la junta con el equipo adecuado que garantice la posterior instalación del mínimo espesor necesario de material de sello.

El cordón de soporte deberá estar seco y libre de cualquier material que impida la adherencia con el material de sello.

4.5. Aplicación del material de sello:

Aplica lo descrito en el numeral 466.4.4 del Artículo INV-E-466-07, o aquella que la sustituya.

Para la aplicación, se emplearán dispositivos adecuados con tamaño de boquillas congruentes con el tamaño de las juntas o grietas. Las boquillas se deberán mantener limpias para evitar la formación de grumos o irregularidad en el caudal de aplicación.

Se llenan las juntas comenzando desde el fondo y hasta la superficie para evitar la formación de burbujas dentro del sellador. Al vaciarlo no debe formar ningún menisco convexo, ni sobrantes por encima de la superficie del pavimento. La superficie del sello debe quedar 5 mm por debajo de la superficie del pavimento.

El sello debe cumplir con el factor forma entre 1/1 y 2/1, como relación entre sus dos dimensiones.

El sistema de sellado de juntas para pavimentos de concreto debe garantizar la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la

resistencia a la fatiga por tracción y compresión, la resistencia a la acción del agua, los solventes, los rayos ultravioleta y el calor.

4.6. Control del Tránsito:

Aplica lo descrito en el numeral 466.4.5 del Artículo INV-E-466-07, o aquella que la sustituya.

Limitaciones en la ejecución, manejo ambiental y conservación de los trabajos:

Aplica lo descrito en los numerales 466.4.6, 466.4.7 y 466.4.8, del Artículo INV-E-466-07, o aquella que la sustituya.

Se deberán verificar los rangos de temperatura para la aplicación de los diferentes productos de acuerdo a lo exigido por el fabricante.

5) Condiciones para el recibo de los trabajos

Aplica lo descrito en el numeral 466.5 del Artículo INV-E-466-07, o aquella que la sustituya.

Deberá verificar la calidad de los materiales mediante el certificado de calidad del producto utilizado.

6) Medida y forma de pago

Aplica lo descrito en los numerales 466.6 y 466.7 del Artículo INV-E-466-07, o aquella que la sustituya.

ITEM DE PAGO

Reposición de sello de juntas en pavimento de concreto hidráulico. Metro lineal (m)

Sello de grietas en pavimento de concreto hidráulico. Metro lineal (m)

2.10 CONDICIONES DE RECIBO

2.10.1 Condiciones Estructurales

2.10.1.1 Verificación de la condición de recibo del pavimento

Para vías en pavimento flexible que hayan sido sometidas a actividades de rehabilitación o reconstrucción, se verificará la condición estructural de recibo, adicional a los controles establecidos en las especificaciones de construcción.

Únicamente, para las actividades de rehabilitación o reconstrucción diseñadas y definidas por el contratista y una vez terminada la intervención propuesta como refuerzo

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.E. Desarrollo Urbano
VERSIÓN 1.0	

estructural, se deberá verificar que la condición final corresponde a la solicitada por el diseño particular del o los segmentos intervenidos.

Cuando el valor de número estructural obtenido después de la intervención sea menor comparado con el número estructural requerido por diseño o el correspondiente si se diseña bajo una metodología diferente a la AASHTO, se realizará un descuento económico de acuerdo con la tabla que se indica a continuación. Para diferencias mayores al 3% entre los números estructurales no se aceptará el segmento.

Se aceptará una diferencia máxima del 3% entre el SN requerido por diseño y el SN calculado mediante deflexiones con FWD y calculo inverso, de la estructura de pavimento terminada. La toma de deflexión para recibo está definida en el capítulo 4.3 de evaluación estructural del presente anexo, la ubicación de los ensayos y la frecuencia de los mismos deberá ser la misma empleada en la etapa de diagnóstico.

Diferencia entre SN	% Descuento económico sobre estructura de pavimento
1%	7%
2%	12%
3%	20%

Si el segmento no cumple con la condición estructural establecida, el contratista de obra deberá realizar las correcciones pertinentes que permitan alcanzar la capacidad estructural deseada.

El número estructural del pavimento (SN) para el segmento terminado y para recibo será el valor promedio de los (SN), calculados en cada punto de toma de deflexión.

Esta actividad no tendrá pago adicional pues hace parte de la información requerida para la actualización de la base de datos.

2.10.1.2 Transferencia de cargas

Para las vías en pavimento rígido, que hayan sido sometidas a actividades de rehabilitación con cambio de losas o de reconstrucción, se deberá comprobar la transferencia de cargas en juntas transversales.

El porcentaje de transferencia nunca deberá ser menor al 70 % y su medición se efectuará de la siguiente manera y sitios especificados:

- Sobre el corredor la medición se deberá efectuar de acuerdo a la siguiente tabla:

TIPO DE VÍA	SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE ENSAYOS	
	Longitud del segmento	Número de ensayos

		(Por calzada)
Local, Intermedia y Arterial	SEGMENTO < 50 m	2
	50 m < SEGMENTO < 100 m	3
	100 m < SEGMENTO < 150 m	4
	150 m < SEGMENTO < 200 m	6
	200 m < SEGMENTO < 250 m	7
	SEGMENTO > 250 m	Cada 30 m
	Las losas sobre las cuales se realice el ensayo se elegirán de manera aleatoria.	

- La medición se deberá efectuar también en los sitios donde se presenten intersecciones a nivel.
- En los sitios en vía donde por efectos de ubicación de redes hidrosanitarias se concentren dos (2) o más cámaras, pozos de inspección o cualquier otra estructura hidráulica se deberá adelantar la medición sobre el contorno del área correspondiente garantizando la transferencia de carga antes referida.
- La medición se debe realizar de acuerdo con el procedimiento establecido en el Manual de Diseño de Pavimentos de la AASHTO 1993.
- El ensayo se debe realizar en una junta transversal, en la mitad del ancho de la losa.
- En ningún caso, el ensayo se debe realizar cuando la temperatura ambiente exceda los 27 °C.

Esta actividad no tendrá pago adicional pues hace parte de la información requerida para la actualización de la base de datos

En caso de no cumplir con el porcentaje de transferencia de carga establecido, el contratista a su costo deberá realizar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de la exigencia.

DIAGRAMA PARA DIAGNÓSTICO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

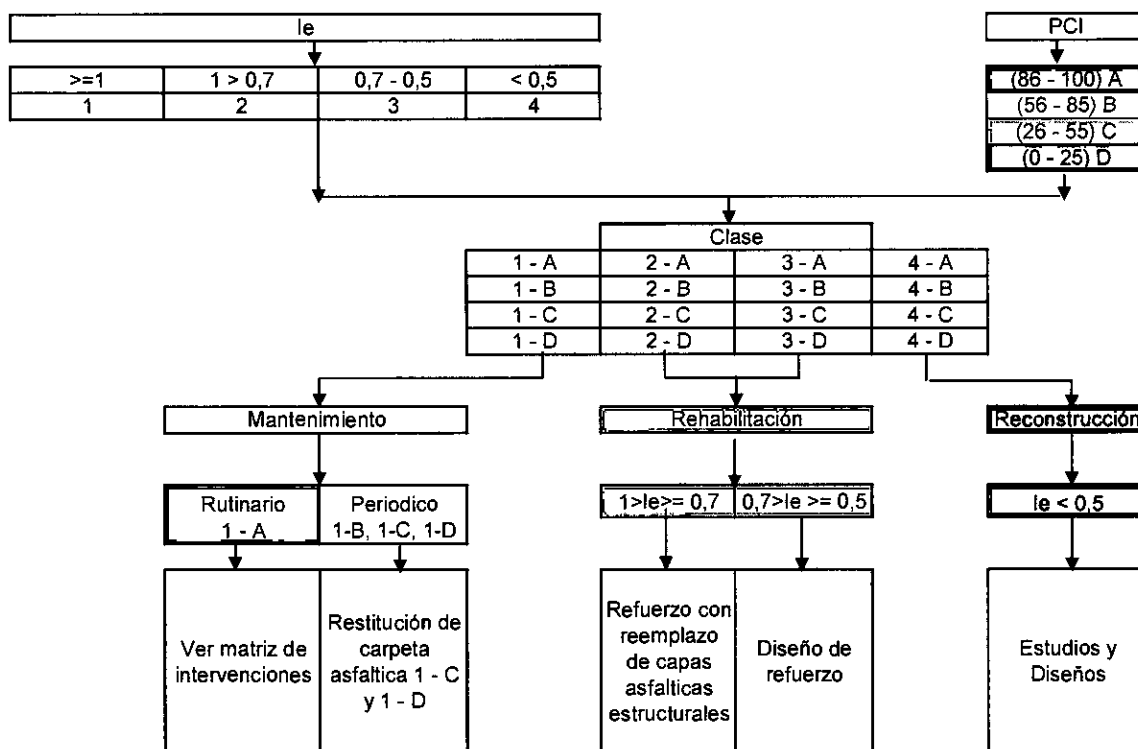
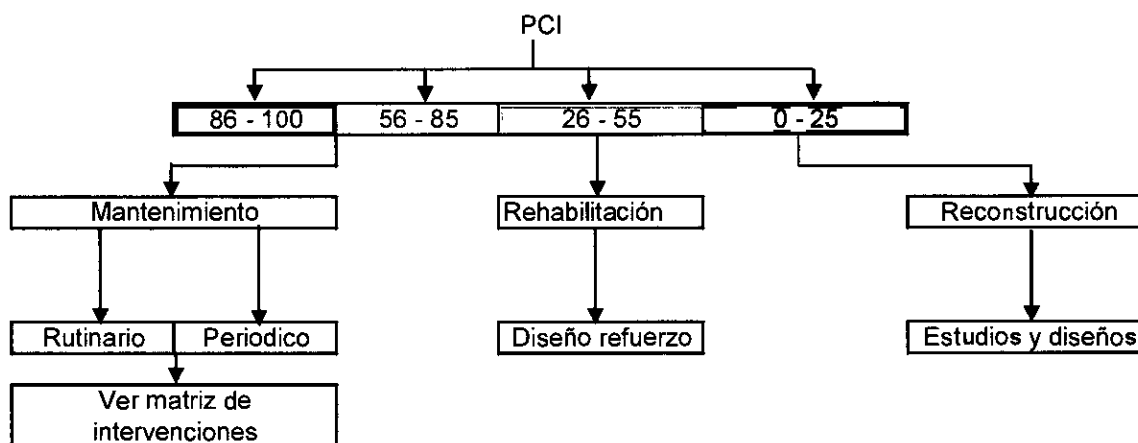


DIAGRAMA PARA DIAGNÓSTICO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS



2.11 NORMATIVA

La normativa aplicable al presente capítulo es la siguiente:

- Resolución 4880 del 05 de diciembre de 2011, por la cual se adopta el Manual denominado “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C –IDU-ET-2011”.
- Resolución 5037 del 11 de julio de 2003, “Por la cual se crea el comité de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Infraestructura Física ejecutada por el Instituto de Desarrollo Urbano – IDU”.
- Normas de ensayos de materiales [INVIAS] vigentes o aquellas que la sustituya.
- Norma ASTM D 6433 vigente “Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys”
- Decreto 190 del año 2004 – Compilación del Plan de Ordenamiento Territorial – POT.
- Decreto 319 de Agosto 15 del 2006 – Plan Maestro de Movilidad para Bogotá.
- AASHTO - 93 en la “Guide for Design of Pavement Structures”.
- Normas de ensayo de la ASTM, aplicables.

2.12 DEFINICIONES Y SIGLAS.

- **AASHTO:** The American Association of State Highway and Transportation Officials
- **ASTM:** American Society for Testing and Materials
- **DTM:** Dirección Técnica de Mantenimiento, dependencia del IDU
- **FWD:** Deflectómetro de impacto – Falling Weight Deflectometer
- **IDU:** Instituto de Desarrollo Urbano, de Bogotá D.C
- **Ie:** Índice Estructural
- **IMT:** Instituto Mexicano del Transporte
- **IRI:** Índice de rugosidad Internacional
- **DTE:** Dirección Técnica estratégica, dependencia del IDU
- **PCI:** Pavement Condition Index
- **POT:** Plan de Ordenamiento Territorial
- **SDM:** Secretaría Distrital de Movilidad, de Bogotá D.C
- **SITP :** Sistema Integrado de Transporte Público
- **SN:** Número estructural
- **SN efec:** Número estructural efectivo
- **SNreq:** Número estructural requerido
- **STM:** Subdirección Técnica de Mantenimiento, dependencia del IDU.
- **STPE:** Subdirección Técnica de Planeación Estratégica, dependencia del IDU.

CBR: El índice CBR (Razón de Soporte de California) está definido como la presión requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de presión necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material triturado.

Conservación: Actividades que se ejecutan sobre una estructura de pavimento y que pueden ser orientadas a garantizar, ya sea que se cumpla en período de vida útil o a ampliar un nuevo período. En el primer caso hablamos de mantenimiento que puede ser rutinario o periódico y en el segundo de rehabilitación o reconstrucción.

Deflexión: La deflexión es la medida de la deformación elástica que experimenta un pavimento al paso de una carga y es función no sólo del tipo y estado del pavimento, sino también del método y equipo de medida, así como de la temperatura, de la magnitud y tipo de carga. La medida de ella, se realiza en forma no destructiva y se utiliza para relacionarla con la capacidad estructural del pavimento.

Estructura de Pavimento: Estructura formada por una o más capas de materiales seleccionados y eventualmente tratados, que se colocan sobre la subrasante con el objetivo de proveer una superficie de rodadura cómoda y segura bajo diferentes condiciones ambientales.

Mantenimiento rutinario: Se define como el conjunto de actividades tendientes a lograr el cumplimiento de la vida útil de la estructura, constituyéndose en una práctica preventiva.

Mantenimiento periódico: Se define como el conjunto de actividades ejecutadas a nivel superficial y que por lo tanto no comprometen masivamente las capas inferiores de la estructura del pavimento, tendientes a lograr que se alcance el período de diseño o vida útil, conservando su condición de servicio, constituyéndose así en una práctica preventiva o correctiva.

Bacheo: Colocación de capas asfálticas no estructurales del tipo microaglomerado, lechadas asfálticas, tratamientos superficiales o mezclas de restitución de carpeta. Colocación de lechada asfáltica o sello de arena-asfalto

Mezclas de restitución: Son mezclas asfálticas densas, que se colocan en actividades de mantenimiento periódico, para restituir la condición superficial considerando que no poseen carácter estructural y por lo tanto no están sujetas a dimensionamiento. Se pueden colocar como sobre carpetas o como reemplazo de una carpeta o parte de ella que previamente se haya fresado.

Número de ejes equivalentes (N): Es el resultado del volumen y composición del tránsito que solicitará la estructura de pavimento durante el período de vida útil de la misma y que se expresa como la cantidad de veces que se aplica un eje patrón de 8.2

toneladas. El número de veces que se aplica este eje patrón produce un efecto en la estructura equivalente al que producen los distintos ejes de los vehículos.

Número estructural (SN): Número abstracto que evalúa la calidad del paquete estructural de un pavimento flexible, en términos de capacidad mecánica disponible o requerida para soportar unas cargas dadas bajo determinadas condiciones de apoyo y según ciertas condiciones de confiabilidad y servicio.

Pavimento flexible: Tipo de estructura de pavimento formada por una mezcla bituminosa apoyada sobre capas no rígidas o semi rígidas. Las capas de apoyo base y subbase pueden ser: granulares o estabilizadas. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

Rehabilitación: Esta actividad está definida como el conjunto de medidas que se aplican con el fin de recuperar la capacidad estructural del pavimento. Algunas implican el retiro o el mejoramiento de parte de la estructura existente para colocar posteriormente el refuerzo y otras buscan aprovechar las condiciones superficiales existentes del pavimento. Puede incluir el reciclado de las capas asfálticas, con o sin incorporación de material granular nuevo o existente, o la colocación de capas de mejoramiento estructural. Normalmente, los procesos de rehabilitación van asociados a la ampliación de los períodos de vida útil y en consecuencia requieren estudios de tránsito, materiales y dimensionamiento estructural necesarios. La profundidad de la intervención será máximo hasta la primera capa granular de la estructura subyacente a la capa asfáltica, y no se considera la intervención de redes.

Reconstrucción: Se define como el retiro y reemplazo total de la estructura de un pavimento para generar una nueva estructura de pavimento, la cual queda como una vía nueva. La generación de la nueva estructura puede considerar la reutilización total o parcial de los materiales existentes. En su detalle, se debe hacer el estudio de tránsito, materiales, dimensionamiento estructural y si se requiere renovación o diseño de redes hidráulicas necesarias, para garantizar el período de vida útil previsto.

Subrasante o Cimentación de la estructura del pavimento: Plano superior del movimiento de tierras, que se ajusta a requerimientos específicos de geometría y que ha sido conformada para resistir los efectos del medio ambiente y las sollicitaciones que genera el tránsito.

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

3 CAPITULO. DIAGNÓSTICO, TOMA DE INFORMACIÓN E INTERVENCIÓN EN LA MALLA VIAL RURAL

3.1 ALCANCE.

El presente capítulo es una guía, que presenta los elementos básicos para la intervención en la malla vial rural principal de Bogotá.

Las intervenciones planteadas en este documento, están enfocadas a actividades de mantenimiento rutinario y periódico, las intervenciones de rehabilitación y reconstrucción, así como la atención de zonas o puntos que presenten inestabilidad, no hacen parte de lo indicado en este documento, si dentro del diagnóstico se identifican puntos geotécnicamente inestables, se deberá reportar esta situación al IDU.

3.2 DIAGNÓSTICO.

El diagnóstico de las calzadas en la malla vial rural, se adelantará según la superficie de rodadura del pavimento, es así que para vías con estructuras de pavimento flexible o rígido, el diagnóstico se deberá realizar como se indica en el capítulo 2 del presente documento para lo cual deberán seguir el procedimiento completo, adicionalmente se deberá adelantar el diagnóstico de las estructuras de drenaje (cunetas y alcantarillas) que se identifiquen en cada tramo para lo cual se deberá seguir el procedimiento que se describe en el texto para afirmados.

3.2.1 Afirmados.

Para vías donde la estructura de pavimento corresponda a un afirmado o que cuente con una superficie de rodadura en materiales reciclados, riegos o tratamientos superficiales, el diagnóstico se centra en establecer la condición superficial de la vía y el estado de las estructuras hidráulicas, así mismo, se deberá reportar la capacidad de soporte del afirmado mediante la determinación del CBR, y definir las condiciones de tránsito actual (TPD).

Para adelantar el diagnóstico de las estructuras de drenaje se deberá seguir lo indicado en el “Manual Para El Mantenimiento De La Red Vial Secundaria (Pavimentada Y En Afirmado)” documento de drenajes, del Ministerio de Transporte.

La condición de soporte se determina con el cálculo del módulo resiliente de la subrasante, en vías en afirmado se calculará únicamente, con la información obtenida del CBR de la plataforma (se entenderá únicamente para este caso como plataforma el material que se encuentre como afirmado), una vez se identifique el material de afirmado y mediante el procedimiento descrito en la norma INV-148 vigente o aquella que la sustituya, “Procedimiento para el ensayo sobre muestras inalteradas” y el módulo se calculara mediante la mejor correlación aplicable para el tipo de suelo encontrado.

La frecuencia de la toma de CBR es cada 250 m en tres bolillos.

De manera particular la unidad de análisis para los afirmados será de 500 metros.

3.3 TOMA DE INFORMACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN

La georreferenciación de los corredores a intervenir tiene dos componentes a saber:

- Suministro e instalación de postes de referencia correspondientes a señales informativas SI-04 de acuerdo a la Resolución 1885 de junio 17 del 2015 del Ministerio de Transporte, las cuales deben georreferenciarse según las especificaciones del IDU.
- Toma de información georreferenciada en tracks de los corredores viales a intervenir incluidas las obras de arte.

3.3.1 Suministro e instalación de postes de referencia.

Como actividad preliminar antes de iniciar el diagnóstico se deberá localizar cada corredor vial estableciendo sus puntos inicial y final para posteriormente abscisar toda la vía cada mil metros con el fin determinar los puntos de instalación de los postes de referencia correspondientes a las señales informativas SI-04, de acuerdo a la siguiente metodología:

El consultor deberá materializar el punto de inicio y el punto final de cada una de las vías. Para esto la Dirección Técnica del Estratégica del IDU definirá el punto inicial o cero. Una vez determinado éste se instalan los postes de referencia SI-04 en un todo de acuerdo a lo establecido en la Resolución 1885 del 17 de junio de 2015 del Ministerio de Transporte.

Posteriormente se determina su localización con equipos receptores GNSS (Sistemas Globales de Navegación por Satélite) que garantice una exactitud posicional menor de 20 cms.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LABORES DE GEORREFERENCIACIÓN E INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL INFORMATIVA EN LA MALLA VIAL RURAL.

Realizar georreferenciación y materialización de postes de referencia (Señales informativas SI-04, según Manual de Señalización Vial del Ministerio de Puertos y Transporte (Resolución 1885 de junio 17 del 2015) y de acuerdo con las especificaciones técnicas de diseño y construcción, emitidas por el Ministerio de Transporte y recomendaciones del IDU.

INSTALACIÓN DE LAS SEÑALES:

Para la instalación de las señales y a partir de los ceros definidos se abscisarán tramos de mil metros mediante medición en sitio con la ayuda de tacómetro u odómetro.

La instalación de las señales (Postes de referencia), se realizará en cada uno de los costados de las vías de la malla vial rural, cada kilómetro, en orden ascendente a partir de un punto de referencia establecido conforme a las normas vigentes sobre el tema y de acuerdo con lo indicado por el IDU así:

- Al lado derecho para carreteras de doble calzada.
- Alternando números pares por la derecha con números impares por la izquierda, para carreteras de una calzada. (Quedan cada 1000 m intercaladas en dos sentidos)
- Si por circunstancias físicas de la vía el poste no puede colocarse en la abscisa exacta, éste debe instalarse adelante o atrás de la abscisa correspondiente, a una distancia no mayor a 25 m; si aún persiste la imposibilidad de ubicarlo, podrá omitirse.
- Su ubicación se hará teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito de tal forma que el plano frontal del poste de referencia forme con el eje de la vía un ángulo comprendido entre ochenta y cinco grados (85°) y noventa grados (90°) con el fin de permitir una óptima visibilidad al usuario.

La ubicación aproximada de las vías rurales donde se realizarán estos trabajos se entregarán en planos físicos, al Contratista, por parte de la Dirección Técnica Estratégica del IDU en escala aproximada 1:10.000 (De acuerdo con el área a intervenir, se ajustará la escala más indicada); en estos planos se incluirán los sectores de las vías para la ubicación preliminar de las señales (Postes de referencia). En terreno se ubicarán conjuntamente por el contratista, el interventor y el IDU los puntos de referencia de inicio y terminación de cada tramo vial.

La instalación se realizará manteniendo los criterios de ubicación del Ministerio de Transporte y de común acuerdo con lo indicado por el IDU, y en las especificaciones técnicas de construcción e instalación para este tipo de señales.

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE POSTES DE REFERENCIA.

El anclaje al terreno de cada poste de referencia se realizará efectuando una excavación rectangular con un ancho de 33 cm por 46 cm de largo y una profundidad no menor de 35 cm; una vez realizada la excavación, se colocará un concreto pobre de mejoramiento con espesor de 5 cm. en el fondo de la excavación; el poste de referencia se colocará una vez el concreto de mejoramiento haya fraguado y se rellenará la excavación con concreto, garantizando su fijación al terreno, adicionalmente, se construirá un pedestal en concreto también de 2000 psi, que tendrá un espesor 5 cm

por encima del nivel de terreno y de 10 cm de ancho como contorno alrededor del poste; el poste deberá quedar perfectamente anclado, manteniendo siempre la distancia fuera del nivel de terreno establecida en el Manual de Señalización Vial vigente.

Los postes de referencias se deben instalar perfectamente nivelados y plomados, actividad que debe ser verificada por la interventoría.

GEORREFERENCIACION DE SEÑALES:

La georreferenciación se realizará con equipos receptores GNSS (Sistemas Globales de Navegación por Satélite) de doble frecuencia que garantice una exactitud posicional menor de 20 cms.

Es de carácter obligatorio que los equipos de geo-referenciación a utilizar posean certificado de calibración expedida antes de iniciar los trabajos (máximo de una semana), lo cual es prerequisite previo al inicio de la actividad.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LAS LABORES DE GEOREFERENCIACIÓN

- La ubicación de los postes de referencia se suministrará en un archivo SHP con geometría de punto con la siguiente información: Código del poste de referencia, descripción para cada poste de referencia, coordenadas geográficas, coordenadas planas cartesianas.
- El archivo SHP de la cobertura de postes de referencia debe entregarse al IDU en coordenadas planas cartesianas, proyectadas sobre el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS.
- No deben existir entidades repetidas
- La exactitud posicional debe ser menor a 20 cm.
- La completitud será aceptada para la totalidad de los atributos contratados, esta prueba se hará para la totalidad de los elementos suministrados en la cobertura geográfica.

PRODUCTOS A ENTREGAR

- Señales informativas SI-04 (postes de referencia) instaladas avaladas por la interventoría y recibidas por la Dirección Técnica Estratégica.
- Cálculo de coordenadas geográficas.
- Cálculo de coordenadas planas cartesianas, proyectadas sobre el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS siempre y cuando no se obtengan coordenadas negativas, en cuyo caso se deben entregar en coordenadas geodésicas.
- Archivo geográfico en formato SHP con geometría de punto con la ubicación y atributos de los postes de referencia – señales SI-04.
- Datos crudos en archivos RINEX incluidos datos de observación y navegación.
- Ficha en formato Excel de cada poste instalado incluyendo su registro fotográfico.

- Informe final sobre la preparación, toma y procesamiento de la información, consignando las recomendaciones para optimizar el proceso.

3.3.2 Toma de información georreferenciada en tracks de los corredores viales a intervenir incluidas las obras de arte.

Los registros de trayectoria – Tracks se tomarán preferiblemente sobre el eje longitudinales de los corredores viales a intervenir se levantarán utilizando equipos receptores GNSS (Sistemas Globales de Navegación por Satélite) que garanticen una exactitud posicional menor de un metro, para lo cual el contratista utilizará un vehículo que transporte el receptor el cual tomará información de geoposicionamiento sobre el eje de la vía, levantando además los detalles descritos en las especificaciones técnicas para levantamiento de información de la vía

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE LA MALLA VIAL RURAL

La exactitud posicional de los elementos levantados debe ser máximo de un metro. Los tracks de los corredores viales deben conformarse tomando registros así:

- En tramos rectos máximo cada 50 mts
- En curvas máximo cada 5 mts.

La cobertura con geometría de línea que representa el eje de vía debe conformarse con segmentos de longitud máxima de un kilómetro determinada por la posición de los postes de referencia.

Se debe ubicar la posición de los siguientes elementos de la vía:

- Eje de vía
- Alcantarillas
- Puentes
- Inicio de cuenta
- Final de cuneta
- Puntos inestables
- Intersecciones viales
- Inicio muros de gavión
- Fin muro de gavión
- Inicio muro de concreto
- Fin muro de concreto.

Los atributos para estos elementos son los siguientes:

- Eje vía: Nombre del corredor, ancho, tipo material superficie, información de diagnóstico.
- Alcantarillas: longitud, numero de tubos, diámetro tubos, aletas,
- Puentes: longitud, ancho, tipo material, barandas, clasificación, nombre del cuerpo de agua
- Cunetas: tipo material, ancho, sección, altura
- Puntos inestables: tipo de remoción, descripción.
- Intersecciones vía: código de vía principal, código vía intersectada, nombre vía principal, nombre vía intersectada.
- Muro de Gavión: ancho de muro, espesor base, espesor corona
- Muro concreto: Altura promedio, espesor corona.

Para los niveles de información suministrados no deben existir entidades repetidas ni traslapadas.

El diligenciamiento de los atributos de geometría para cada objeto (longitud, ancho, espesor, pendientes etc) de los elementos de la sección transversal – Completitud- será aceptado para la totalidad de los atributos contratados. Esta prueba se hará para la totalidad de los elementos

PRODUCTOS A ENTREGAR

La información geográfica se debe entregar al IDU así:

- Un archivo geográfico en formato SHP con geometría de línea que represente el eje de la vía con segmentos máximo de un kilómetro.
- Un archivo geográfico en formato SHP con geometría de punto que represente la ubicación de las alcantarillas
- Un archivo geográfico en formato SHP con geometría de punto que represente la ubicación de los puentes
- Un archivo geográfico en formato SHP con geometría de línea que represente las cunetas
- Un archivo geográfico en formato SHP con geometría de punto que ubique las zonas inestables.
- Un archivo geográfico en formato SHP con geometría de línea que ubique los muros de contención de concreto
- Un archivo geográfico en formato SHP con geometría de línea que ubique los muros de contención de gavión

Para cada nivel de información:

- Calculo de coordenadas geográficas.

- Cálculo de coordenadas planas cartesianas, proyectadas en el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS siempre y cuando no se obtengan coordenadas negativas, en cuyo caso se deben entregar en coordenadas geodésicas.
- Datos crudos en archivos RINEX incluidos datos de observación y navegación.
- Ficha en formato Excel del diagnóstico de cada elemento levantado.
- Informe final sobre la preparación, toma y procesamiento de la información, consignando las recomendaciones para optimizar el proceso.

3.4 INTERVENCIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA VÍAS RURALES

3.4.1 Tipo de Intervención

Las intervenciones que se definan realizar para cada caso, bien sea mantenimiento (rutinario o periódico), deberán ejecutarse a lo largo y ancho de la calzada a intervenir.

3.4.1.1 Mantenimiento

3.4.1.1.1 Mantenimiento rutinario

Se define como el conjunto de actividades tendientes a lograr el cumplimiento de la vida útil de la estructura, constituyéndose en una práctica preventiva. Entre las actividades principales se tienen las siguientes, sin limitarse a ellas:

- Limpieza de drenajes, pozos, cunetas, alcantarillas.
- Sello de fisuras, en pavimentos flexibles.
- Limpieza y sello de juntas, para pavimentos rígidos.
- Limpieza de derecho de vía (Roceria)
- Reconformación de cunetas

3.4.1.1.2 Mantenimiento periódico

Se define como el conjunto de actividades superficiales que no comprometen las capas inferiores de la estructura del pavimento, tendientes a lograr que por lo menos se alcance el período de diseño o vida útil, manteniendo su condición de servicio. Constituyéndose así en una práctica preventiva o correctiva. Entre las actividades principales se tienen las siguientes, sin limitarse a ellas:

En pavimentos flexibles:

- Parcheo.
- Bacheo.
- Colocación de capas asfálticas no estructurales del tipo microaglomerado, o mezclas densas de restitución de carpeta.
- Lechada asfáltica o sello de arena-asfalto.

Programa para la conservación de la malla vial y espacio público asociado para la ciudad de Bogotá. VIGENCIAS 2017-2019	
VERSIÓN 1.0	

En pavimentos rígidos:

- Sello de fisuras
- Reposición parcial a profundidad
- Remplazo total de losa
- Generación de juntas

3.4.1.2 En afirmados:

De acuerdo al resultado de la inspección visual de la vía el contratista, debe proponer alternativas de intervención de mantenimiento periódico, estas alternativas serán aprobadas por la interventoría, y tanto el contratista como el interventor para su evaluación deberán tener en cuenta como mínimo lo siguiente:

- Tránsito.
- Condiciones ambientales (control de emisiones (polvo) y cuerpos de agua).
- Impacto socio-económico.
- Estado del drenaje

Si la intervención propuesta, corresponde a ejecutar actividades de mantenimiento, se podrán ejecutar las siguientes:

Limpieza de estructuras de drenaje (obras de arte), drenajes longitudinales y transversales, de acuerdo con lo indicado en el "Manual Para El Mantenimiento De La Red Vial Secundaria (Pavimentada Y En Afirmado)" documento de drenajes, del Ministerio de Transporte.

Cuando la vía cuente con estructuras de drenaje en buen estado, se hará un reemplazo o mejoramiento (reciclaje y /o estabilización) de material granular superficial en función de la calidad de éste y del estado de la estructura y/o instalación de alguno de los siguientes tratamientos o capas superficiales; tratamientos superficiales (doble o sencillo) y preferiblemente material producto del reciclado de capas asfálticas "Material reciclado bituminoso" (MBR) o (RAP).

Si la vía en afirmado no tiene estructuras de drenaje o se encuentran en mal estado y fuera de servicio, las actividades de mantenimiento deberán incluir en primer lugar la reparación de las estructuras de drenaje, conformación o construcción de cunetas de ser necesario, reconformación de granulares y finalmente instalación de tratamientos o capas superficiales; tratamientos superficiales (doble o sencillo) y preferiblemente material producto del reciclado de capas asfálticas "Material reciclado bituminoso" (MBR) o (RAP).

3.4.2 Especificaciones técnicas.

Las actividades de obra se realizarán y controlarán de acuerdo con lo definido en las especificaciones técnicas de materiales y construcción IDU-ET vigentes, adicionalmente, para las actividades correspondientes al drenaje longitudinal y transversal se tendrá en cuenta lo especificado en el “Manual Para El Mantenimiento De La Red Vial Secundaria (Pavimentada Y En Afirmando)” documento de drenajes, del Ministerio de Transporte.

Para Limpieza de derecho de vía (Roceria) se tendrá la siguiente especificación particular:

Limpieza del derecho de vía	Categoría Rutina
I. DESCRIPCIÓN Eliminación de la basura, piedras, desperdicios y obstáculos que estén dentro del derecho de vía, e impliquen una buena circulación al usuario.	
II. PROPÓSITO Mantener limpia la carretera para mejorar la seguridad del usuario, el aspecto general y el buen estado de los costados de la vía.	
III. CRITERIOS PARA LA EJECUCIÓN Se debe realizar cuando se compruebe que se ha acumulado basura y desperdicios en la vía.	
IV. PROCEDIMIENTO • Durante el desarrollo de esta actividad debe considerarse lo establecido en el capítulo Introductorio del Manual en cuanto a: manejo de desechos y sobrantes, seguridad industrial y manejo temporal del tránsito. • Recorrer el tramo recogiendo las basuras y desperdicios, retirar piedras y obstáculos de la carretera y trasladarlos a la volqueta, haciendo uso de las herramientas menores. • Realizar la actividad de rocería y desmonte manual de vegetación que obstaculicen la visibilidad del conductor, según las Especificaciones del Invías⁴⁰.	
V. MANO DE OBRA Inspector, obreros.	XI. ESQUEMAS  
VI. MATERIALES Ninguno.	
VII. EQUIPO Volqueta.	
VIII. HERRAMIENTAS Palas, escobas, rastrillos, azadones, machetes, carretillas, señales.	
IX. UNIDAD DE MEDIDA Kilómetro de vía limpiada (Km).	
X. CONDICIONES DE RECEPCIÓN • La zona debe quedar despejada de vegetación, producto de la poda, y la altura máxima de dicha vegetación ser de 10 cm, medidos desde el nivel del terreno natural⁴⁰. • No deben existir ramas que se encuentren a menos de 6 m por encima de la calzada de circulación⁴⁰. • Obras de drenaje limpias.	

Tomado del “Manual Para El Mantenimiento De La Red Vial Secundaria (Pavimentada Y En Afirmando)” documento de drenajes, del Ministerio de Transporte.

4 REFERENCIAS.

- AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES-1993, Washington D.C 2001.
- Contrato IDU 061 – 2004, Sistema de Gestión Vial y de Espacio Público para Bogotá D.C
- Contrato IDU-BM 187/06, Inventario Geométrico y de Diagnóstico de puentes para Bogotá – Fase I.
- Contrato IDU-BM 115/09, Inventario Geométrico y de Diagnóstico de puentes para Bogotá – Fase II.
- Documento maestro, informe final de “Inventario vial en las localidades de Bosa, Tunjuelito, Usme, San Cristóbal, Ciudad Bolívar, Fontibón y Rafael Uribe para evaluar y priorizar estrategias de intervención en Bogotá D.C”.
- http://training.ce.washington.edu/wsdot/Modules/06_structural_design/reliability.htm#recommended, The AASHTO Reliability Concept, University of Washington.
- Informe mensual N° 4 versión definitiva, contrato 044-2002.
- LTPP Manual for Falling Weight Deflectometer Measurements Operational Field Guidelines Version 3.1, August 200, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration.
- Manual de diagnóstico, versión definitiva Noviembre 29 de 2002, Malla vial Arterial Principal, Malla vial arterial complementaria y Malla vial intermedia.
- Manual Para El Mantenimiento De La Red Vial Secundaria (Pavimentada Y En Afirmado)” documento de drenajes, del Ministerio de Transporte, ISBN: 978-958-716-271-4.
- Pavement design manual, Alberta Transportation and utilities, june-1997.
- Shahin M.P. “Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots”
- Sistema de evaluación de pavimentos Versión 1.0, Instituto Mexicano del Transporte, Alfonso Rico Rodríguez y otros, Publicación Técnica N° 208 Sanfandila 2002.
- Uso y calibración de deflectómetros de impacto en la evaluación estructural de pavimentos, publicación técnica no 252 sanfandila, qro, 2004, secretaria de comunicaciones y transportes instituto mexicano del transporte.