REALIZAR EL LEVANTAMIENTO, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA MALLA VIAL URBANA Y RURAL DE BOGOTÁ D.C. MEDIANTE LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PAVIMENTOS QUE LA CONFORMAN, GRUPO 1

INFORME DE AVANCE No.1

Control de Versiones

Versión	Fecha	Descripción/Cambio	#Folios
1	16/02/2021	Emitido para revisión y aprobación	40
2	17/03/2021	Atención Observaciones 20212150377031	44
3	27/04/21	Atención Observaciones 20212150542541	45

CLIENTE	INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO IDU BOGOTÁ D.C
OBJETO DEL TRABAJO	INFORME DE AVANCE 1. VERSIÓN 3
No. CONTRATO	1257 DE 2020
PERIODO	30 de diciembre 2020 a 17 de marzo de 2021

CONTROL INTERNO		
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Julissa Infante Reyes Julissa Infante Ingeniera auxiliar Infraestructura	Tatiana Bermúdez Especialista en Infraestructura	Juan Carlos Vallejo Director de Proyecto
APPLUS SERVICIOS INTEGRALES S.A.S		

ABRIL DE 2021
ORIGINAL

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION 6
2. JUSTIFICACIÓN 7
3. ALCANCE 8
4. ANTECEDENTES 10
5. OBJETIVOS 11
5.1. OBJETIVO GENERAL 11
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11
6. GENERALIDADES DEL PROYECTO 12
6.1. DESCRIPCIÓN CONTRATO 1257 DE 2020 12
6.2. PERSONAL MÍNIMO PROPUESTO 13
7. REPORTE DE ACTIVIDADES REALIZADAS 15
7.1 PLAN DETALLADO DE TRABAJO 15
7.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPO 19
7.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION CAPTURADA 22
7.3.1 Metodología para inspección visual de deterioros 22
7.3.2 Método PCI (Pavement Condition Index) 24
7.3.3 Método URCI (Unsurfaced Road Condition Index) 28
7.4 RESULTADOS OBTENIDOS 29
8. AVANCE DEL PROYECTO 33
8.1 PARTICULARIDADES DE LA TOMA DE INFORMACIÓN 34
9. CONCLUSIONES 35
10. RECOMENDACIONES 36
11. BIBLIOGRAFÍA 37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Información Contractual....12
Tabla 2 Equipo de trabajo....13
Tabla 3 Equipo de trabajo a partir del 17 de Marzo....13
Tabla 4 Alcance de la ejecución de cada actividad....15
Tabla 5 Distribución por cuadrante....17
Tabla 6. Metodología de evaluación para tipos de superficie de pavimento....22
Tabla 7. Área unidades de muestra....23
Tabla 8. Deterioros por tipo de superficie- Pavimento Flexible y Rígido....23
Tabla 9. Deterioros por tipo de superficie- Pavimento Adoquín y Afirmado....24
Tabla 10. Escala de clasificación PCI....25
Tabla 11. Escala de clasificación URCI....29
Tabla 12. Resultados de PCI Unidad de Muestra....29
Tabla 13. Resultados de PCI Ponderado Calzada....30
Tabla 14. Cantidades reportadas....33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Zona del proyecto 16
Figura 2 Equipo LCMS 19
Figura 3 Superficie de las fallas del pavimento 20
Figura 4 Perfiles Láser 20
Figura 5 GPS 21
Figura 6 Odómetro ubicado en la llanta trasera 21
Figura 7 Ordenador del sistema 21
Figura 8 Unidad controladora LCMS 22
Figura 9 Ejemplo gráfica valor deducido PCI 26
Figura 10 Ejemplo gráfica valor deducido URCI 28
Figura 11 Estado de la malla vial evaluada por Unidad de Muestra 30
Figura 12 Estado de la malla vial evaluada ponderado por Calzada 31
Figura 13 Estado de avance de los cuadrantes presentados 33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Reporte de deterioros
Anexo 2. Resultados condición del pavimento PCI/URCI
Anexo 3. Avance físico del proyecto-Salidas Gráficas
Anexo 4. Bases geográficas
Anexo 5 Reporte de Incidencias
Anexo 6. Reporte de lluvias
Anexo 7. Registro Fotográfico
Anexo 8. Certificado de calibración Equipo LCMS

1. INTRODUCCION

En desarrollo del contrato de consultoría IDU 1257 de 2020 cuyo objeto es "Realizar el levantamiento, procesamiento y análisis de información para el diagnóstico de la condición funcional de la malla vial urbana y rural de Bogotá D.C., mediante la evaluación superficial de los pavimentos que la conforman, grupo 1", en el presente informe se describen las actividades desarrolladas en la etapa de ejecución del contrato correspondiente al levantamiento y análisis del 33% de la meta física del proyecto.

Las actividades de levantamiento de información, procesamiento y análisis se desarrollaron en los cuadrantes 2, 5, 6 y vías de malla vial arterial definidas en el plan de trabajo y cronograma para la primera entrega. Sin embargo, con el fin de completar los kilómetros correspondientes a la entrega 1, se reporta información de los cuadrantes 1, 3 y 4.

A continuación, se describen las actividades realizadas, el equipo empleado para la medición, la metodología para la toma de información, el procesamiento y el análisis de la misma y los resultados de calificación de la condición del pavimento.

2. JUSTIFICACIÓN

Los trabajos de medición y análisis de la condición superficial de la malla vial urbana y rural Grupo 1 de la ciudad de Bogotá fueron contratados por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) mediante contrato 1257 de 2020, con el fin de actualizar la información del estado superficial de los pavimentos que conforman la malla vial según el Acuerdo 002 de 1999 del Concejo de Bogotá D.C

El objetivo principal del proyecto es tener información actualizada y verás del estado de la Malla Vial de la ciudad, que permita optimizar las inversiones en mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos y sea un soporte técnico para toma de decisiones en los proyectos a cargo de la Entidad.

En pro de lograr dicho objetivo, el contrato 1257 de 2020 realizará el diagnóstico de la condición superficial de 4367,53 Km-Carril. El presente informe corresponde a una entrega de los resultados obtenidos en el primer avance del contrato correspondientes al 33%.

3. ALCANCE

El alcance del contrato IDU 1257 de 2020 es realizar la evaluación funcional mediante el diagnóstico superficial de los pavimentos de la malla vial urbana y rural de la ciudad de Bogotá D.C. Grupo 1. Los segmentos viales para evaluar se encuentran localizados en las localidades de: Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Usme, Tunjuelito, Barrios Unidos, Teusaquillo, Los Mártires, Antonio Nariño, La Candelaria y Rafael Uribe Uribe.

La extensión aproximada que conforma la meta física del grupo 1 es de 4367,53 Km-Carril, de los cuales aproximadamente 4314,73 corresponden a malla vial urbana y 52,77 a malla vial rural. De los 52,77 km-Carril de malla vial rural, aproximadamente 43,31 corresponden a superficies flexibles, rígidas o articuladas, y 9,46 a superficie en afirmado.

Applus servicios integrales S.A.S fue seleccionado como adjudicatario del proceso de selección IDU-CMA-SGDU-002-2020 para el Grupo 1. Como resultado de ello se suscribe el contrato IDU 1257 de 2020 entre las partes con fecha del 22 de Septiembre de 2020.

Las actividades del proyecto se distribuyen en dos etapas durante la ejecución del contrato:

Etapa Preliminar y Etapa de Desarrollo, así:

a. Etapa Preliminar:

En la etapa preliminar se realizan las siguientes actividades:

I. Elaboración del plan de trabajo y programación del proyecto.
II. Elaboración de los planes de manejo de tránsito.
III. Actividad de calibración y patronamiento de equipos.
IV. Atender la actividad de sensibilización sobre el modelo de datos de diagnóstico.

Etapa de Desarrollo:

En la etapa de desarrollo se deben realizar las siguientes actividades:

I. Levantamiento de fallas en estructura de pavimento en zona rural y urbana con equipo de alto rendimiento mediante captura de imágenes de alta resolución o sistema laser, y determinación del Índice de Condición del Pavimento -PCI o Índice de Condición de Vías Sin Superficie -URCI. Incluye movilización del equipo y toma de información, procesamiento, cálculo y entrega del inventario de fallas y resultado de valor de PCI o URCI.

II. Cargue de la información obtenida producto de la ejecución de las actividades en la base de datos geográfica suministrada por el IDU.

La metodología para la ejecución de cada una de las actividades listadas anteriormente corresponde a lo descrito en la Guía GU-IC-13. DIAGNOSTICO DE PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL URBANA Y RURAL DE BOGOTA D.C., en su versión vigente a la fecha de suscripción del contrato.

El alcance del presente documento es describir las actividades y resultados parciales en la ejecución del 33% de la meta física del contrato para obtener información de la condición superficial del pavimento.

4. ANTECEDENTES

Los antecedentes del proyecto se han citado del Anexo 1. Anexo técnico del proceso de selección IDU-CMA-SGDU-002-2020.

"Desde el año 1999, el Instituto de Desarrollo Urbano-IDU-, ha venido desarrollando una serie de actividades tendientes a la implementación de las políticas adoptadas mediante el Acuerdo 2 de 1999 del Concejo de Bogotá D.C, el cual establece para la Administración, la obligatoriedad de contar con un Sistema de Información de la Malla Vial, conformado por una base de datos sistematizada que agrupe el registro, tanto de las vías arteriales como secundarias y locales que forman el sistema de la malla vial de Bogotá D.C.

En cumplimiento de lo establecido en el mencionado Acuerdo, el IDU dio inicio al proceso de conformación del Sistema de Información de la Malla Vial de la ciudad, para lo cual, como primer insumo inició con la estructuración de la base de datos a través de procesos de inventario físico y de diagnóstico.

Esta base de datos dio origen al Sistema de Información Geográfica del Instituto de Desarrollo Urbano - SIGIDU, que actualmente centraliza y dispone la información geográfica y alfanumérica requerida para los procesos de planeación, ejecución y seguimiento de los proyectos a cargo del IDU, así como proveedor de insumos a usuarios externos que interactúan con la infraestructura de la ciudad como la Unidad Administra Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial y Alcaldías Locales".

En el año 2015 se suscriben los contratos IDU-1784-2015, IDU-1801-2015 IDU-1802-2015 cuyo objeto es el levantamiento, procesamiento y análisis de la información para el diagnóstico de pavimentos de la malla vial de Bogotá. Grupo 1, Grupo 2 y Grupo 3, respectivamente. Los resultados de dicho diagnóstico se pueden consultar en la página web del Instituto de Desarrollo Urbano.

Link: https://www.idu.gov.co/page/siipviales/geomatica/portafolio.

Desde el año 1999 el IDU ha realizado diferentes Estudios relacionados con el inventario y el diagnóstico de la infraestructura de la malla vial, actividades de consultoría sobre temas de gestión de infraestructura para el diseño de indicadores de estado a partir de las variables inventariadas y diagnosticadas, el diseño e implementación de un sistema de gestión y/o administración de infraestructura, así como la investigación y modelaciones sobre el comportamiento (desempeño) de la malla vial.

La Dirección Técnica Estratégica, atendiendo la función de actualizar y administrar el sistema de información integral de la entidad y responder por la actualización del inventario sobre el estado de la infraestructura relacionada a los sistemas de movilidad y de espacio público construidos, permanentemente actualiza los objetos cartográficos de la sección transversal de las vías que conforman la malla vial".

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Presentar los resultados del levantamiento, procesamiento y análisis de información para el diagnóstico de la condición funcional de la malla vial urbana y rural de Bogotá D.C., mediante la evaluación superficial de los pavimentos que la conforman, grupo 1, correspondiente a entrega del 33% de la meta física del contrato.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los avances de las actividades realizadas correspondientes al levantamiento, procesamiento y análisis de la condición superficial de los pavimentos evaluados.
- Presentar las características técnicas del equipo empleado para la inspección superficial del pavimento.
- Describir la metodología empleada en la captura de la información y análisis.
- Presentar los resultados y análisis de los parámetros superficiales de los segmentos viales programados para el 33% de la meta física contrato.

6. GENERALIDADES DEL PROYECTO

6.1. DESCRIPCIÓN CONTRATO 1257 DE 2020

Applus servicios integrales S.A.S fue seleccionado como adjudicatario del proceso de selección IDU-CMA-SGDU-002-2020 para el Grupo 1. Como resultado de ello se suscribe el contrato IDU 1257 de 2020 entre las partes con fecha del 22 de Septiembre de 2020.

Previo a la firma del acta de inicio y conforme a lo establecido en la minuta del contrato, se remitió al IDU los siguientes documentos:

- Plan Anual de Caja (PAC).
- Programa detallado de la etapa preliminar, cronograma de ejecución de las actividades en función de la duración de la etapa, así como los hitos para la entrega de los productos requeridos y actividades puntuales.
- Protocolo de Bioseguridad, Plan de Movilidad Segura y todo lo requerido por la normatividad vigente y el apéndice de bioseguridad del contrato
- Hojas de vida del personal mínimo del proyecto

El acta de inicio se firma el 05 de noviembre de 2020 con una duración total del contrato de 6.5 meses. La aprobación de la etapa preliminar se obtiene el día 30 de diciembre de 2021 mediante la comunicación 20202151170061 y se inicia la etapa de ejecución.

A continuación, se muestran la información contractual del proyecto:

Tabla 1 Información Contractual

CONCURSO DE MÉRITOS ABIERTO	IDU-CMA-SGDU-002-2020
CONTRATO No.	1257 de 2020
OBJETO	Realizar el levantamiento, procesamiento y análisis de información para el diagnóstico de la condición funcional de la malla vial urbana y rural de Bogotá D.C., mediante la evaluación superficial de los pavimentos que la conforman, grupo 1.
LOCALIZACIÓN	Malla vial urbana y rural de Bogotá D.C.
FECHA DE INICIO	05 de Noviembre de 2020
PLAZO DE EJECUCIÓN	Seis meses y medio (6.5)
VALOR INICIAL DEL CONTRATO	1.217.892.417 Incluido IVA
PÓLIZAS	96-44-101154832 96-40-101055376
SUPERVISIÓN CONTRATO	DIRECCIÓN TÉCNICA ESTRATÉGICA – IDU
SUPERVISOR DEL CONTRATO	Ing. SULLY MAGALIS ROJAS BAYONA

Fuente. *Elaboración Propia*

6.2. PERSONAL MÍNIMO PROPUESTO

En la Siguiente Tabla, se presenta el personal mínimo propuesto para el desarrollo del proyecto y cuyas hojas de vida fueron aprobadas por la supervisión del proyecto:

Tabla 2 Equipo de trabajo

PROFESIONAL	CARGO
Juan Carlos Vallejo	Director de Proyecto
Tatiana Bermúdez	Especialista en infraestructura vial
Catalina Blanco	Especialista en manejo y administración de información geográfica (SIG)
Diego Gutiérrez	Especialista en tránsito y transporte
Martha Mogollón	Profesional en programación
Javier León	Profesional en seguridad y salud en el trabajo
Carlos Posada	Ingeniero de apoyo – Infraestructura Vial
Jaime Aguilar	
Adriana Delgado	Ingeniero de apoyo – SIG
Julissa Infante	Auxiliar de ingeniería
Loren Pérez	
Juliana Lagos	
Leonardo Cardona	

Fuente. *Elaboración Propia*

Mediante la comunicación F36-ADM 09 054- Solicitud Cambios Personal del 1 de marzo se solicita a la supervisión del proyecto el cambio de los ingenieros Carlos Posada y Loren Pérez por renuncia. El personal propuesto fue aprobado el 30 de marzo por medio del comunicado 20212150528891.

Tabla 3 Equipo de trabajo a partir del 17 de Marzo

PROFESIONAL	CARGO
Juan Carlos Vallejo	Director de Proyecto
Tatiana Bermúdez	Especialista en infraestructura vial
Catalina Blanco	Especialista en manejo y administración de información geográfica (SIG)
Diego Gutiérrez	Especialista en tránsito y transporte
Martha Mogollón	Profesional en programación

PROFESIONAL	CARGO
Javier León	Profesional en seguridad y salud en el trabajo
Sebastián Ortega	Ingeniero de apoyo – Infraestructura Vial
Jaime Aguilar	
Adriana Delgado	Ingeniero de apoyo – SIG
Julissa Infante	Auxiliar de ingeniería
Cristian Barbosa	
Juliana Lagos	
Leonardo Cardona	

Fuente. *Elaboración Propia*

7. REPORTE DE ACTIVIDADES REALIZADAS

7.1 PLAN DETALLADO DE TRABAJO

La programación de los trabajos en ejecución de la etapa de desarrollo del proyecto se basa en los trabajos de campo que se requieren para cada tipo de vía y que se presentan en el anexo técnico separable, en donde se exigen las siguientes actividades:

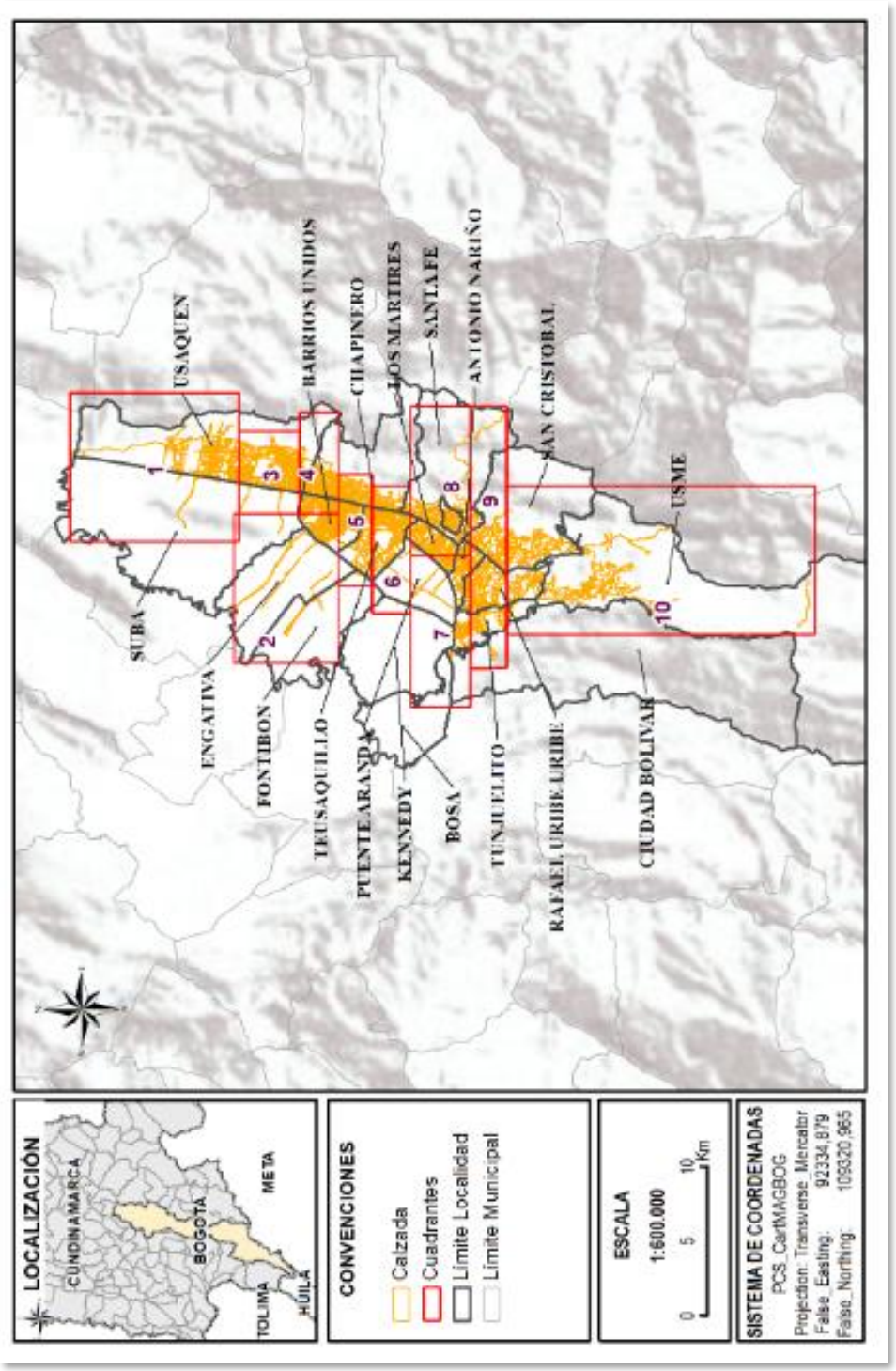
Tabla 4 Alcance de la ejecución de cada actividad

ACTIVIDADES / ÍTEMS	TIPO DE MALLA									
	MALLA VIAL URBANA CON SUPERFICIE:					MALLA VIAL RURAL CON SUPERFICIE:				
	Flexible	Rígida	Articulada	Afirmado	Otras	Flexible	Rígida	Articulada	Afirmado	Otras
A) CONDICIÓN FUNCIONAL - EVALUACIÓN SUPERFICIAL										
I. Levantamiento de fallas en estructura de pavimento, en zona urbana, con equipo de alto rendimiento mediante captura de imágenes de alta resolución o sistema laser, y determinación del Índice de Condición del Pavimento -PCI-.	Aplica	Aplica	Aplica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
II. Levantamiento de fallas en estructura de pavimento, en zona rural, con equipo de alto rendimiento mediante captura de imágenes de alta resolución o sistema laser, y determinación del Índice de Condición del Pavimento -PCI-.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Aplica	Aplica	Aplica	N/A	N/A
III. Levantamiento de fallas en estructura de pavimento, en zona rural, con equipo de alto rendimiento mediante captura de imágenes de alta resolución o sistema laser, y determinación del Índice de Condición de Vías Sin Superficie -URCI-.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Aplica	N/A

Fuente. *Anexo Técnico IDU*

Dado que las localidades donde se encuentran las vías en estudio tienen diferentes extensiones, se ha definido dividir la ciudad por cuadrantes con el fin de trabajar zonas de longitud de kilómetros homogéneas que facilite la programación y control de los trabajos de campo. Se han obtenido 10 cuadrantes que se muestran a continuación:

Figura 1 Zona del proyecto



Fuente. *Elaboración Propia*

De igual manera se presentan las localidades contenidas en cada uno de los cuadrantes, Ver Tabla 5.

Tabla 5 Distribución por cuadrante

Cuadrantes	Σ de Km/carril	Localidades
1	457.75	Suba, Usaquén
2	459.44	Barrios Unidos, Engativá, Fontibón, Suba y Teusaquillo
3	446.03	Suba, Usaquén
4	407.97	Barrios Unidos, Suba, Usaquén y Chapinero
5	453.30	Barrios Unidos, Chapinero, Engativá, Fontibón, Puente Aranda y Teusaquillo
6	439.07	Chapinero, Fontibón, Kennedy, Los Mártires, Puente Aranda, Santa Fe y Teusaquillo
7	436.52	Antonio Nariño, Bosa, Ciudad Bolívar, Kennedy, Los Mártires, Puente Aranda, Rafael Uribe Uribe y Tunjuelito
8	432.44	Antonio Nariño, Candelaria, Los Mártires, Puente Aranda, San Cristóbal, Santa Fe y Teusaquillo
9	411.93	Antonio Nariño, Ciudad Bolívar, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Santa Fe y Tunjuelito.
10	423.08	Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Tunjuelito y Usme
Total, general	4367.53	

Fuente. *Elaboración Propia*

La división de los cuadrantes obedece a una distribución homogénea en longitud de kilómetros evaluados de aproximadamente 430 Km/carril para cada cuadrante. La distribución de cuadrantes tiene áreas diferentes, pero se logra una distribución de la meta física similar en cada uno de ellos.

Con el fin de realizar la medición continua de vías principales de la meta física tipificada como mall a vial troncal y arterial, dichos corredores se han unificado bajo el concepto "malla vial principal" y se ha programado su medición de manera independiente al cuadrante a donde pertenecen.

Se ha programado la medición de los tramos de malla vial rural por separado ya que dicha actividad se ejecutará de manera independiente a la programación de los cuadrantes establecidos.

A continuación, se describe la meta física planteada para la Entrega 1.

- Informe Avance No. 1:

Tendrá incluido los cuadrantes No. 2, 5 y 6, así como algunas vías troncales y/o arteriales.

Las vías troncales y/o arteriales evaluadas en la primera entrega son:

- Avenida Calle 100 y Carrera 68
- Avenida Carrera 50
- Avenida Calle 26
- Avenida Carrera 30
- Avenida Calle 80
- Autopista Norte
- Autopista Sur

En el presente informe dentro de la entrega de Avance 1, se presentan resultados de los cuadrantes 1, 3 y 4 con el fin de cubrir el 33% de la meta física.

Una vez determinados los horarios laborales tanto en campo como en oficina, y la distribución de la meta física, se procedió a determinar los rendimientos de las siguientes actividades:

- Toma de información en campo

Se tiene en cuenta la cantidad de Km/carriles totales, la meta por cada entrega y los días laborales en un mes, determinando de esta manera que se debe asegurar un rendimiento de 60Km/carril/día aproximadamente. Este rendimiento fue estimado con base en experiencias previas de la compañía y pruebas de campo realizadas en la etapa preliminar, para lograr el rendimiento estimado se cuenta con dos jornadas de trabajo al día.

En el desarrollo de la etapa de ejecución se ha obtenido rendimientos menores a los esperados por incidencias que se han reportado en los informes de las semanas 9, 10, 11, 12 ,13, 14, 15 y 16 que corresponden a la ocurrencia de vehículos parqueados, carriles que se encuentra asignados a Ciclorrutas y restricciones en acceso por obras o carriles cerrados que imposibilita la medición de los segmentos por la presencia de elementos delimitantes de la calzada, presencia de bici usuarios y ancho insuficiente para la circulación vehicular. Adicionalmente se han reportado lluvias que atrasa los trabajos de campo por largos periodos de tiempo ya que para realizar mediciones con tecnología láser el pavimento debe estar totalmente seco.

En el anexo 5 se presenta el detalle de las condiciones reportadas en el levantamiento de la información que han incidido en menores rendimientos.

- Procesamiento de información

Se estima que los rendimientos en procesamiento de información se lleguen a acercar a los rendimientos de toma de información en campo que sean de 60 km/carril día con el fin de lograr los avances requeridos en el proyecto y el cumplimiento de las fechas establecidas para la entrega de los informes de avance.

En la etapa de ejecución los rendimientos en el procesamiento se vieron afectados por temas de software que necesitaron mejoras de las herramientas tecnológicas y asignación de un mayor número de profesionales en la actividad.

- Cálculo de PCI y URCI

Se estima que los rendimientos para el cálculo del PCI y URCI se lleguen a acercar a los rendimientos de toma de información en campo y procesamiento y sean de 60 km/carril día con el fin de lograr los avances requeridos en el proyecto y el cumplimiento de las fechas establecidas para la entrega de los informes de avance.

Para esta actividad, durante la etapa de ejecución se obtuvo menores rendimientos a los estimados en la etapa preliminar, para lo cual la consultoría reforzó el equipo de trabajo a cargo de esta labor.

Para el cargue de la información en la geo Database del IDU y las validaciones respectivas, se ha realizado por entregas parciales con el fin de avanzar en su estructuración.

7.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPO

Para la inspección automatizada de deterioros de pavimentos se utilizó el equipo de alto rendimiento para el levantamiento de fallas con tecnología láser LCMS.

El equipo Laser Crack Measurement System (LCMS) es un sistema de alto rendimiento de INO (National Optics Institute of Canada), especializado en medir fisuras en el pavimento de las carreteras. Este avanzado sistema está diseñado para detectar automáticamente los detalles de la superficie del pavimento, y nos permite captar todo tipo de fisuras, macrotextura, marcas viales, baches, ahuellamiento (roderas) y otros defectos superficiales.

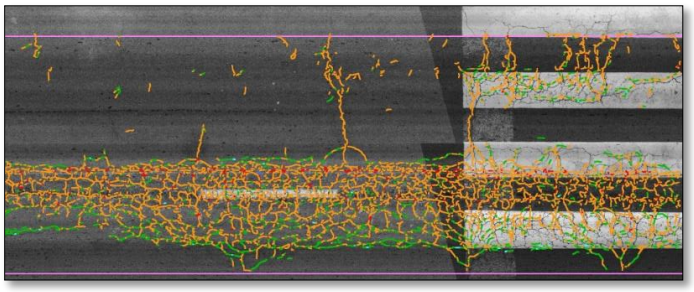
Figura 2 Equipo LCMS



Fuente. *Elaboración propia*

Es un sistema de captación de perfiles transversales, capaz de adquirir perfiles de 4 metros de anchura, cada 5 milímetros a una velocidad máxima de 100 km /h. Es decir, puede trabajar en carreteras con tráfico abierto sin necesidad de señalización especial ni cortes. El sistema utiliza dos perfiles cada uno con cámaras de alta resolución y proyectores láser de alta potencia que permiten que el sistema funcione a plena luz del día o en condiciones nocturnas.

Figura 3 Superficie de las fallas del pavimento



Fuente. *Elaboración propia*

Este avanzado sistema ha sido diseñado para detectar automáticamente los detalles de la superficie de los pavimentos, teniendo en cuenta las fisuras y la evaluación de la macrotextura, además de otros aspectos superficiales. El equipo utiliza cámaras de alta velocidad capaces de adquirir a la vez imágenes en 2D de alta resolución y perfiles en 3D de la carretera. El sistema utiliza dos Láser profilers capaces de registrar de forma simultánea perfiles de hasta 4 metros de anchura cada 5 milímetros; la potencia y prestaciones del cual permiten trabajar a la luz del día del día y también por la noche con resultados igualmente satisfactorios. Puede funcionar en varios tipos de pavimento y zonas con luminosidad cambiante. Este equipo está conformado por:

- Dos sensores laser, cada uno con una cámara de alta resolución y proyectores láser de alta potencia que permiten que el sistema funcione a plena luz del día o en condiciones nocturnas.

Figura 4 Perfiles Láser



Fuente. *Pavemetrics*

- Un sistema GPS, que permite georrefenciar los tramos auscultados.

Figura 5 GPS



Fuente. *Elaboración Propia*

- Un odómetro electrónico que calcula tanto la distancia al origen recorrida como la velocidad en todo momento.

Figura 6 Odómetro ubicado en la llanta trasera



Fuente. *Elaboración Propia*

- Un ordenador, situado dentro del vehículo de auscultación, donde se almacena toda la información registrada sobre el estado superficial de la capa de rodadura de la calzada analizada durante las mediciones. Los ficheros obtenidos recogen la información de un tramo de 10 metros de longitud por 4 metros de anchura.

Figura 7 Ordenador del sistema



Fuente. *Elaboración Propia*

- Una unidad controladora encargada de enviar los datos y señales entre la computadora y los perfiladores laser.

Figura 8 Unidad controladora LCMS



Fuente. *Elaboración Propia*

Los ficheros generados se procesan en oficina mediante software especializados *Pavemetrics* y de la compañía Applus para su posterior análisis.

En el Anexo 8 se presenta el resultado de calibración del equipo.

7.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION CAPTURADA

Para el análisis de la información para cada tipo de superficie se han seguido los lineamientos de las siguientes normas para cada tipo de estructura.

Tabla 6. Metodología de evaluación para tipos de superficie de pavimento

Tipo de superficie	Metodología de evaluación
Flexible	ASTM-D-6433-20
Rígida	ASTM-D-6433-20
Articulado	ASTM-E-2840-19
Afirmado	TM 5-626

Fuente. *Elaboración Propia*

Tras la inspección visual realizada con el equipo LCMS se obtiene un registro de fallas clasificadas según tipo de deterioro, su extensión y la Severidad que se presenta de acuerdo con su análisis.

Posteriormente se realiza el cálculo del Índice de Condición del Pavimento PCI para los tramos establecidos o Índice de Condición de Vías Sin Superficie -URCI.

7.3.1 Metodología para inspección visual de deterioros

El desarrollo en la evaluación de la condición superficial del pavimento inicia con una primera etapa que corresponde al levantamiento de fallas en los tramos que corresponde analizar en campo, posteriormente continua con una segunda etapa que consta en

analizar, procesar los datos y calcular finalmente el PCI- URCI de los tramos correspondientes.

La actividad en campo se inicia con la inspección superficial basados en la metodología PCI (Pavement Condition Index) ASTM D 6433 para superficie flexible y rígida, ASTM-E-2840 para adoquín y TM 5-626 para afirmado. Donde se establecerán unidades de muestra (UM) para cada pavimento según indique la norma.

Tabla 7. Área unidades de muestra

Superficie	Unidad de Muestra
Flexible	Área de 225 m^2±90 m^2
Rígida	Conteo de 20±8 losas continuas
Adoquín	Área de 225 m^2±90 m^2
Afirmado	Área de 230 m^2±90 m^2

Fuente. *Elaboración Propia*

Ya establecidas las Unidades de muestra de los segmentos, se procede con la detección y clasificación de deterioros encontrados, con un reporte fotográfico para evidenciar las unidades de muestra evaluadas. Se aclara que la base de datos del IDU ya cuenta con las unidades de muestra establecidas para cada CIV.

A continuación, se presenta una tabla con los deterioros existentes para cada tipo de superficie.

Tabla 8. Deterioros por tipo de superficie- Pavimento Flexible y Rígido

NORMA ASTM D-6433		
Superficie Flexible		
Código	Deterioro	Unidad
1	Piel de cocodrilo	m^2
2	Exudación	m^2
3	Grieta de bloque	m^2
4	Abultamiento y hundimiento	m^2
5	Corrugación	m^2
6	Depresión	m^2
7	Grieta de borde	m
8	Reflexión de junta	m
9	Desnivel carril/berma	m
10	Grietas Longitudinales y transversales	m
11	Parche	m^2
12	Pulimiento de agregados	m^2
13	Huecos	# de huecos
14	Cruce vía férrea	m^2
15	Ahuellamiento	m^2
16	Desplazamiento	m^2
17	Grieta parabólica	m^2
18	Hinchamiento	m^2
19	Desprendimiento de agregados	m^2
20	Desgaste	m^2
Superficie Rígida		
21	Levantamiento de losas/ pandeo	# losas
22	Grieta de esquina	# losas
23	Losa dividida	# losas

NORMA ASTM D-6433		
24	Grieta de durabilidad	# losas
25	Escalonamiento	# losas
26	Sello de junta	# losas
27	Desnivel carril/berma	# losas
28	Grietas longitudinales, transversales	# losas
29	Parche grande > 0.50 m^2	# losas
30	Parche pequeño < 0.50 m^2	# losas
31	Pulimiento de agregados	# losas
32	Popouts	# losas
33	Bombeo	# losas
34	Punzonamiento	# losas
35	Cruce vía férrea	# losas
36	Grietas en mapeo	# losas
37	Grietas por retracción	# losas
38	Descascaramiento de esquina	# losas
39	Descascaramiento de borde	# losas

Fuente. *Elaboración Propia*

Tabla 9. Deterioros por tipo de superficie- Pavimento Adoquín y Afirmado

ASTM-E-2840		
Superficie en Adoquín		
61	Adoquín deteriorado	m^2
62	Depresión	m^2
63	Pérdida de confinamiento de borde	m
64	Ancho de junta excesivo	m^2
65	Escalonamiento	m^2
66	Erupciones	m^2
67	Desplazamiento longitudinal	m^2
68	Perdida de sello de arena	m^2
69	Adoquín faltante	m^2
70	Parche	m^2
71	Ahuellamiento	m^2
TM 5-626		
Superficie en Afirmado		
81	Sección transversal inadecuada	m
82	Drenaje inadecuado	m
83	Corrugaciones	m^2
84	Polvo	Observación
85	Baches	# de baches
86	Roderas	m^2
87	Agregado suelto	m

Fuente. *Elaboración Propia*

7.3.2 Método PCI (Pavement Condition Index)

El método PCI es un procedimiento que consiste en determinar la condición del pavimento con un indicador numérico, el cual califica la condición de este a través de inspección visual, clasificando el tipo de falla encontrada y su severidad. Representa una medición de la integridad estructural (no es indicador de capacidad estructural).

Este indicador provee una base objetiva que permite determinar las reparaciones o mantenimiento necesarios en el pavimento. Con un monitoreo continuo de PCI es posible establecer la velocidad de deterioro de un pavimento, que permite una identificación temprana de intervenciones requeridas.

Se fundamenta principalmente en los resultados obtenidos a partir de un inventario visual del estado de los pavimentos en el cual se clasifican por tipo de falla, su severidad y la cantidad que exista de esta. El método PCI incluye un factor de ponderación llamado "Valor Deducido" –VD-, que nos indica en qué grado afecta cada deterioro según su severidad y su extensión.

El índice del pavimento resultante clasifica la condición de este en un rango de 0 a 100, donde 0 es la peor condición que puede tener la superficie y 100 la mejor condición posible (superficie nueva).

Tabla 10. Escala de clasificación PCI

Escala de clasificación PCI	Estado del pavimento
$86 \leq i \leq 100$	Bueno
$71 \leq i \leq 85$	Satisfactorio
$56 \leq i \leq 70$	Justo
$41 \leq i \leq 55$	Pobre
$26 \leq i \leq 40$	Muy Pobre
$11 \leq i \leq 25$	Serio
$0 \leq i \leq 10$	Falla

Fuente. *Elaboración propia, definido por según ASTM 6433 y 2840*

Los tipos de deterioros y determinación de su severidad (Alto, medio, bajo) están caracterizados en la norma ASTM-D-6433-20 para pavimentos flexibles y rígidos y la norma ASTM-D-2840-19 para pavimentos articulados, donde se describen los deterioros y se indica como clasificar el nivel de severidad.

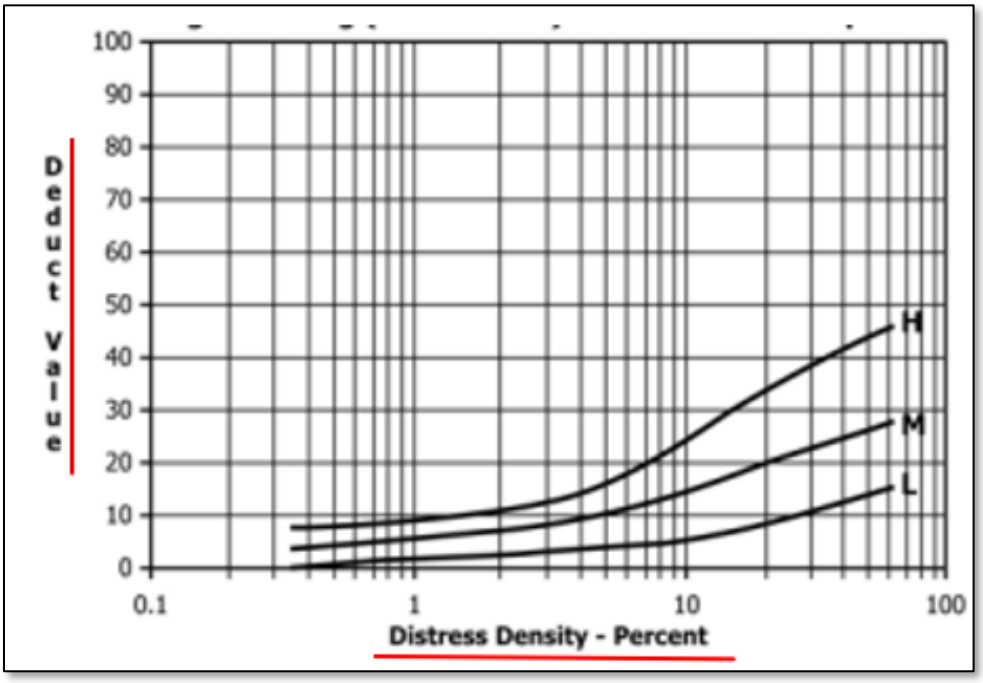
El proceso de inspección y cálculo del PCI se realiza por unidades de muestra, para pavimentos rígidos se determinan por conteo de losas y en flexibles por áreas. Ya definidas las unidades de muestra se procede por la clasificar tipos de falla y cada severidad para determinar la densidad de las áreas dañadas de cada una sobre el área total de la unidad de muestra.

$$\boldsymbol{Densidad}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{Extensión\ total\ del\ deterioro}}{\boldsymbol{Área\ total\ unidad\ de\ muestra}} \boldsymbol{x\ 100}$$

Ecuación 1

Posteriormente se determina el Valor Deducido para cada tipo de deterioro y severidad desde las curvas para hallar Valor Deducido que se indican en la norma ASTM-D-6433 y ASTM-D-2840-19 para el tipo de superficie que se esté calculando, ya sea flexible o rígida o Adoquín.

Figura 9 Ejemplo gráfica valor deducido PCI



Luego se calcula el máximo Valor Deducido Corregido VDC.

Tras calcular el valor del Máximo Valor Deducido Corregido se calcula el PCI:

$$PCI = 100 - Máximo\ Valor\ Deducido\ Corregido$$

Ecuación 2

A continuación, se presenta un paso a paso para el cálculo del PCI en pavimentos flexibles, rígidos y de adoquín, tomado de los documentos del Ingeniero Luis Ricardo Vázquez:

Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica

Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.

b. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

c. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas "Valor Deducido del Daño", de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Etapa 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

a. Si ninguno o tan sólo uno de los "Valores Deducidos" es mayor que 2, se usa el "Valor Deducido Total" en lugar del mayor "Valor Deducido Corregido", CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los siguientes pasos:
b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
c. Determine el "Número Máximo Admisible de Valores Deducidos" (m), utilizando la Ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Ecuación 3

Donde:

mi: Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.

HDVi: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

d. El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

Etapa 3. Cálculo del "Máximo Valor Deducido Corregido", CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

a. Determine el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.
b. Determine el "Valor Deducido Total" sumando TODOS los valores deducidos individuales.
c. Determine el CDV con q y el "Valor Deducido Total" en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
d. Reduzca a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.
e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Etapa 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Pórtland:

Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos.

a. Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad

b. Divida el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.
c. Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de "Valor Deducido de Daño" apropiada

Etapa 2. Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m)

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, como se describió anteriormente.

Etapa 3. Cálculo del "Máximo Valor Deducido Corregido", CDV.

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, pero usando la curva correspondiente a pavimentos de concreto.

Etapa 4. Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV.

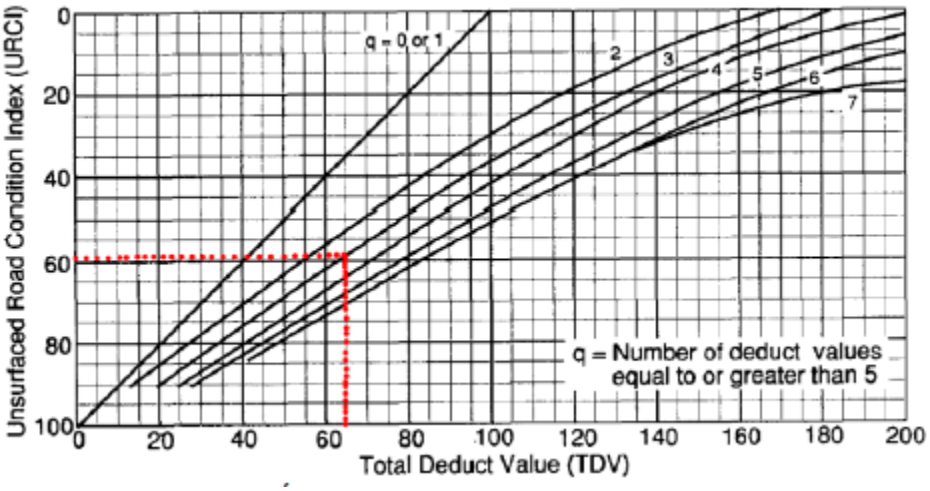
Proceso iterativo de obtención del "Máximo Valor Deducido Corregido", CDV.

7.3.3 Método URCI (Unsurfaced Road Condition Index)

Este método está basado en la misma metodología de evaluación y calificación del PCI, sin embargo, los ábacos para calculo son diferentes. Primero se debe determinar el valor deducido total, que no es más que la suma de los valores deducidos individuales de cada uno de los daños existentes en la unidad de muestreo. Posteriormente se determina el valor del parámetro "q" para indicador mayores a 5.

Por medio del siguiente ábaco (Figura 10), se procede a determinar el valor del indicador URCI.

Figura 10 Ejemplo gráfica valor deducido URCI



Fuente: Technical Manual TM-5-626 guía diagnostico pavimento IDU

En caso de que las calzadas presenten más de una unidad de muestreo, se debe calcular un valor de URCI promedio ponderado.

El índice del pavimento URCI resultante clasifica la condición de este en un rango de 0 a 100, donde 0 es la peor condición que puede tener la superficie y 100 la mejor condición posible, tal como se presenta en la Tabla 11:

Tabla 11. Escala de clasificación URCI

Escala de clasificación URCI	Estado del Afirmado
$86 \leq i \leq 100$	Excelente (Excellent)
$71 \leq i \leq 85$	Muy bueno (Very good)
$56 \leq i \leq 70$	Bueno (Good)
$41 \leq i \leq 55$	Justo (Fair)
$26 \leq i \leq 40$	Pobre (Poor)
$11 \leq i \leq 25$	Muy pobre (Very poor)
$0 \leq i \leq 10$	Falla (Failed)

Fuente. *Elaboración propia, definido por según TM 5-626*

7.4 RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se presenta el resumen de los valores de índice de condición del pavimento (PCI), el índice de condición de vías sin superficie (URCI) en cada una de las vías analizadas, obtenidos según la metodología descrita en el numeral 7.3, la calificación de las vías presentadas se basa en las categorías definidas en la norma ASTM 6433 y ASTM 2840 para PCI, y para el índice de condición de vías sin superficie (URCI)- TECHNICAL MANUAL 5-626, HEADQUARTERES DEPARTAMENTO OF THE ARMY.

En la entrega de la información, se presenta avance en el diagnóstico de pavimentos evaluados con superficie rígido, flexible y Articulado por lo cual se reportan resultados solamente del índice PCI.

En el Anexo 1 se presenta el reporte de los deterioros reportados para cada unidad de muestra analizada.

En el presente informe se han evaluado 23548 unidades de muestra cuya evaluación en términos de la clasificación de PCI obtenida es:

Tabla 12. Resultados de PCI Unidad de Muestra

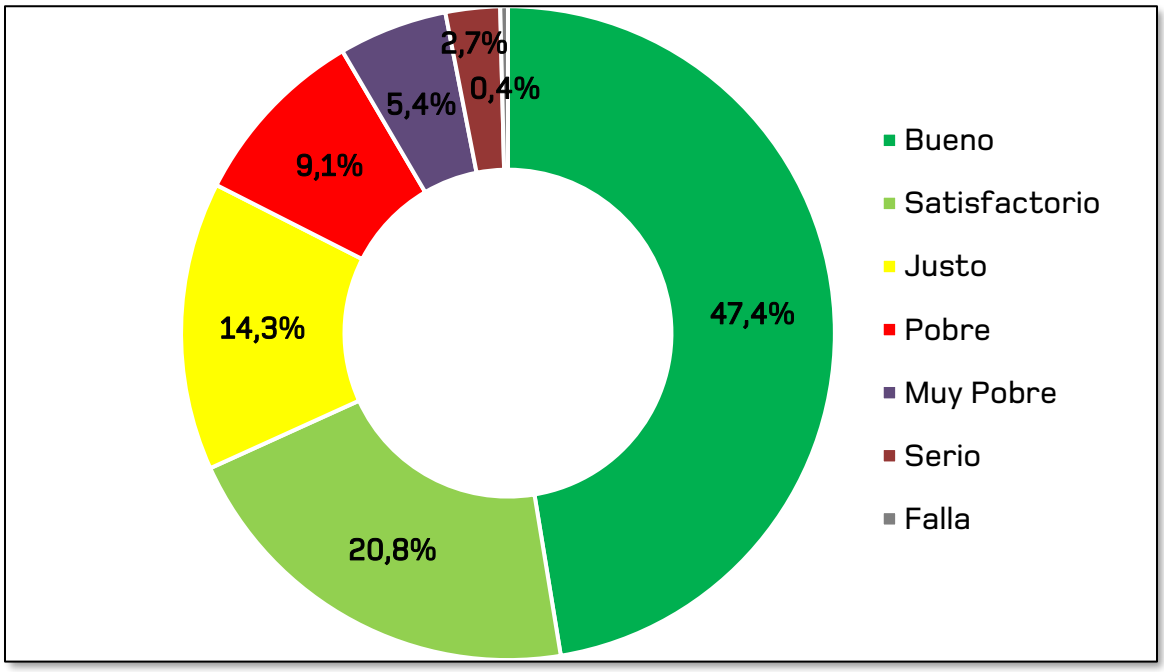
Clasificación	Porcentaje
Bueno	47,4%
Satisfactorio	20,8%
Justo	14,3%
Pobre	9,1%
Muy Pobre	5,4%

Clasificación	Porcentaje
Serio	2,7%
Falla	0,4%

Fuente. *Elaboración propia*

En la anterior tabla se observan los porcentajes obtenidos de las unidades de muestra evaluadas de la malla vial de la ciudad de Bogotá. Se observa que el mayor porcentaje del diagnóstico está en un estado satisfactorio y bueno con un 68,2% de los segmentos en un rango de 71 a 100 de PCI. A nivel gráfico se muestra la distribución del diagnóstico superficial en donde se observa que existe un 17,5% de la malla vial con condiciones pobre, muy pobre, serio y de falla.

Figura 11 Estado de la malla vial evaluada por Unidad de Muestra



Fuente. *Elaboración propia*

En el Anexo 2 se presentan los resultados de PCI obtenidos para cada unidad de muestra evaluada.

A nivel calzada, se evaluaron un total de 7951, cuyos valores de PCI ponderado se presentan en el siguiente análisis gráfico y tabulado:

Tabla 13. Resultados de PCI Ponderado Calzada

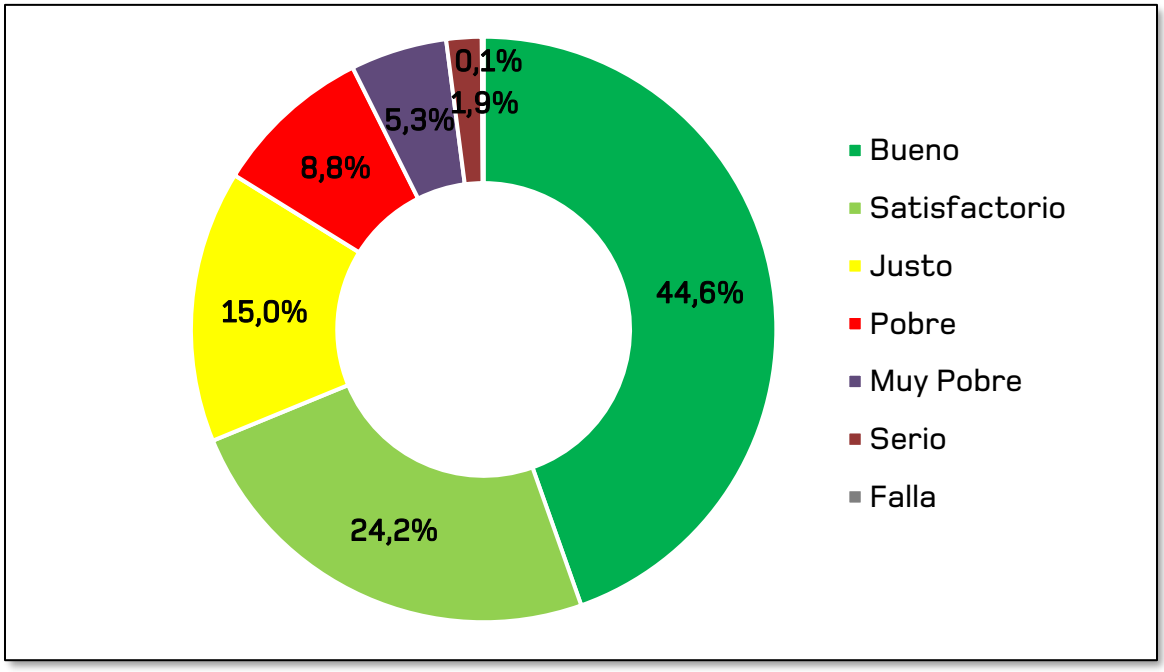
Clasificación	Porcentaje
Bueno	44,6%
Satisfactorio	24,2%

Clasificación	Porcentaje
Justo	15,0%
Pobre	8,8%
Muy Pobre	5,3%
Serio	1,9%
Falla	0,1%

Fuente. *Elaboración propia*

Los resultados muestran un 68,8% de la malla vial en estado bueno y satisfactorio, un 15,0% en estado regular y 16,2% con PCI inferiores a 55 que indican una condición superficial pobre.

Figura 12 Estado de la malla vial evaluada ponderado por Calzada



Fuente. ***Elaboración propia***

En el Anexo 2 se plasman los resultados de PCI ponderado por calzada. Para las calzadas mixtas que presentan unidades de muestra con superficies rígidas, flexibles y/o articuladas, se calcula el PCI ponderado acorde al área evaluada en cada tipo de superficie de igual forma que si solo presentase un tipo de superficie y se reporta en la casilla de PCI ponderado. En el informe de Avance 1 se identificaron varias calzadas mixtas con superficie en flexible y rígido, para esta condición el PCI ponderado se determinó con base en el área de la calzada y área de la unidad de muestra. Cuando la condición se presente entre un pavimento que reporte PCI y un afirmado con valores URCI (superficies mixtas), se reportaran dos indicadores, el que corresponde a la(s) superficie(s) evaluadas con la metodología PCI y el que corresponde a vías sin superficie URCI.

En el anexo 3 se presenta el plano de localización de los segmentos medidos y de resultados de PCI, donde se observa que a nivel de malla vial local existe una distribución espacial heterogénea del estado superficial del pavimento, es decir que en una misma zona encontramos pavimentos clasificados como buenos, regulares (justo) y pobres, sin embargo, tal como lo muestran los resultados, existe prevalencia de los segmentos clasificados como justos, satisfactorios y buenos.

A nivel de la malla vial arterial, se observa un comportamiento más homogéneo en el diagnóstico de la condición superficial con un estado bueno y satisfactorio y algunas zonas puntuales con calificación de PCI inferiores a 55.

8. AVANCE DEL PROYECTO

Los avances presentados en este informe corresponden a 1597,7 km/carril distribuidos en los siguientes cuadrantes y vías principales:

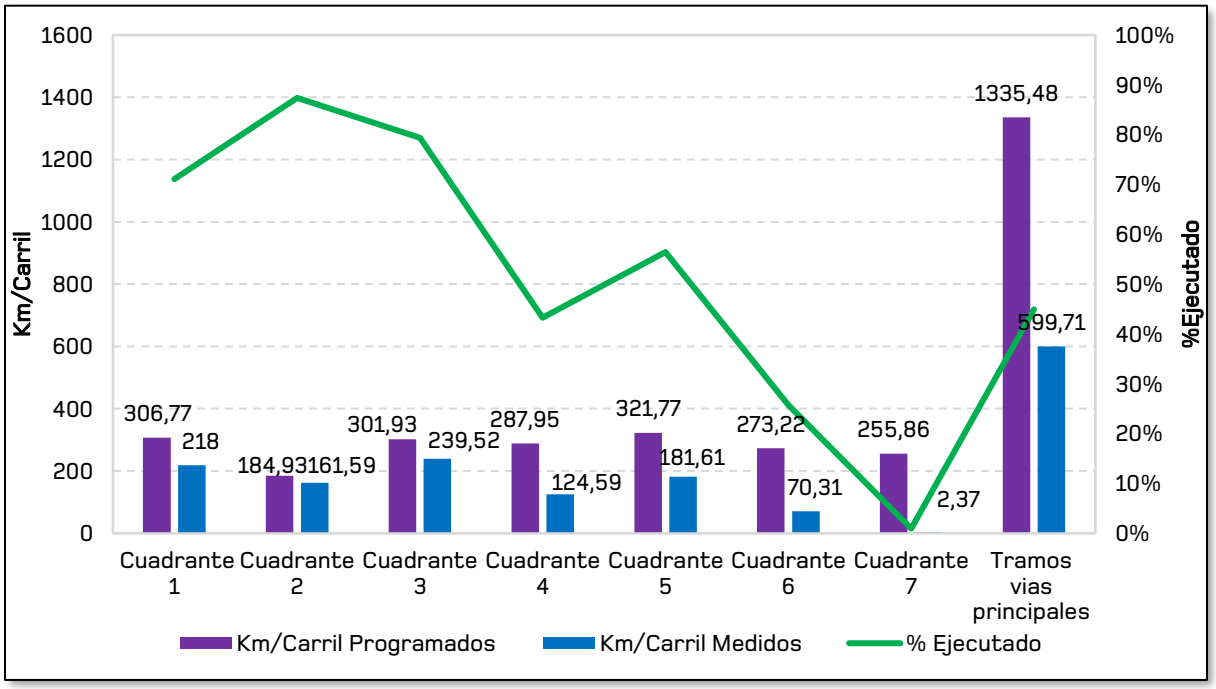
Tabla 14. Cantidades reportadas

Cuadrante	Km/Carril Programados	Km/Carril Medidos	% Ejecutado
Cuadrante 1	306,77	218	71%
Cuadrante 2	184,93	161,59	87%
Cuadrante 3	301,93	239,52	79%
Cuadrante 4	287,95	124,59	43%
Cuadrante 5	321,77	181,61	56%
Cuadrante 6	273,22	70,31	26%
Cuadrante 7	255,86	2,37	1%
Tramos vías principales	1335,48	599,71	45%
Total	3267,91	1597,7	

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se presenta el avance del proyecto cada uno de los cuadrantes que son reportados dentro del Informe de Avance 1 en donde se observa la longitud programada vs la longitud de diagnóstico ejecutado. Para el informe de Avance #2 se presentarán las calzadas complementarias de cada uno de los cuadrantes y vías principales reportadas.

Figura 13 Estado de avance de los cuadrantes presentados



Fuente. Elaboración propia

En la figura anterior se observan diferencias en las longitudes programadas y medidas que se buscan completar y entregar en el informe de Avance 2. La consultora ha continuado trabajando en obtener información de la malla vial para completar en la mejor forma el diagnóstico de cada cuadrante. En el Anexo 5 se presenta el listado de incidencias de los trabajos de campo con su registro fotográfico, donde se observa los segmentos que no son posibles medir por presencia de obras, cerramientos, sección transversal inadecuada, entre otros.

En el Anexo 7 se presenta el registro fotográfico de las actividades en campo.

8.1 PARTICULARIDADES DE LA TOMA DE INFORMACIÓN

Una vez realizado el diagnóstico de la malla vial de la ciudad de Bogotá correspondiente al 33% de la meta física, hemos encontrado las siguientes particularidades en el reporte de la información y validaciones para la Geo Data Base según el diccionario de atributos:

- Se han identificado calzadas mixtas que contienen unidades de muestra con diferentes tipos de superficie, para estos casos el diccionario de atributos indica como valor de dominio 3, el cual corresponde a que son calzadas mixtas, este dominio se encuentra incorporado en la base de datos geográfica.

- Las Calzadas PK-ID 179301 y 91017766 presentan un ancho superior al limitado en el diccionario de atributos, así como el número de carriles. Sin embargo, por condiciones del sector se diseñaron de tal manera que presentan esas dimensiones geométricas, por tanto, es una excepción al rango indicado en el diccionario de atributos.

- Se han identificado unidades de muestra con áreas inferiores a lo especificado por la metodología de PCI, situación que se presenta por la geometría de la calzada y distribución de unidades de muestra. Esto no ha sido modificado y se ha trabajado con el área establecida. Para el pavimento rígido esta condición se refleja (calzadas con sección mixta) en la obtención de un numero de losas inferior al rango establecido en la metodología, siempre y cuando la unidad de muestra sea la misma geometría de la calzada o exista una sola unidad de muestra en la calzada con este tipo de superficie.

- Se han identificado casos puntuales donde la sumatoria de las áreas de las unidades de muestra no es igual al área de la calzada, específicamente en aquellas calzadas donde se ubican ciclorrutas permanentes.

- Cuando se registran las coordenadas en al GDB con dos decimales, se ha detectado que algunos deterioros presentan la misma coordenada situación que se presenta por la precisión del GPS pero que no incide en la evaluación superficial ya que son cuantificados la totalidad de los deterioros presentes en la unidad de muestra.

9. CONCLUSIONES

- La evaluación superficial del pavimento y su categorización de condición según las metodologías presentadas permiten conocer el estado de la malla vial a nivel red y algunos de los deterioros reportados se pueden relacionar con deficiencias funcionales o estructurales del pavimento, sin embargo, para tener el diagnóstico integral del pavimento se requiere un estudio completo que involucre la evaluación de las características de los materiales, tráfico, clima, subrasante, entre otros.

- Se ha identificado vías con estado alto de fisuración y piel de cocodrilo que sugieren fallas por fatiga de la estructura del pavimento flexible y por ende requieren intervención de refuerzo ya que su vida remanente puede ser baja, sin embargo, esto se debe analizar en un estudio adicional que contemple parámetros estructurales.

- En el desarrollo del proyecto se han reportado diferentes incidencias que generan atrasos en la ejecución de los trabajos de campo y ellos corresponden principalmente a la presencia de vehículos parqueados, asignación de carriles vehiculares a bici usuarios, ocupación del espacio público y otras situaciones que inciden en la calidad de la captura de la información ya que no se logra tener la medición completa de los carriles.

10. RECOMENDACIONES

Una vez analizados los resultados obtenidos de la evaluación superficial del pavimento, se recomienda a la Entidad complementar el estudio con evaluación de parámetros funcionales y estructurales que permitan conocer de manera integral el comportamiento de la estructura de pavimento.

11. BIBLIOGRAFÍA

- ASTM-D-6433-20. Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys.
- ASTM-E-2840-19. Standard practice for pavement condition index surveys for interlocking concrete roads and parking lots.
- Manual Técnico TM-5-626, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.
- Anexo técnico separable contrato IDU 1257-2020
- GU-IC-13 GUÍA Diagnostico de pavimentos de la malla vial urbana y rural de Bogotá D.C Versión 1 2020-01-10

ANEXO 1. REPORTE DE DETERIOROS

ANEXO 2. RESULTADOS CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI/URCI

ANEXO 3. AVANCE FÍSICO DEL PROYECTO-SALIDAS GRÁFICAS

ANEXO 4. BASES GEOGRÁFICAS

ANEXO 5 REPORTE DE INCIDENCIAS

ANEXO 6. REPORTE DE LLUVIAS

ANEXO 7. REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO 8. CETIFICADO CALIBRACIÓN DE EQUIPO