DOCUMENTO METODOLÓGICO EXTENSIÓN Y ESTADO DE LA MALLA VIAL DEL DISTRITO

Instituto de Desarrollo Urbano – IDU | Dirección Técnica de Inteligencia de Negocios e Innovación (DTINI)
Plan Estadístico Distrital - PED SDP
Actualización noviembre 2025

INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial se configura como un elemento esencial para el desarrollo económico, social y territorial de una ciudad, por lo tanto, la medición periódica y desagregada sobre la extensión y el estado de la malla vial - se convierte en un insumo para la planeación urbana, la priorización de inversiones, así como la conservación y mejora de las vías.

La operación estadística "Extensión y estado de la malla vial", constituida a partir de lo establecido en el Acuerdo 67 de 2002, busca medir, de manera semestral, la extensión y condición de la infraestructura vial urbana y rural de Bogotá mediante la implementación de metodologías y estándares internacionales. Para ello, integra el análisis de los registros administrativos contenidos en el Sistema de Información Geográfica del Instituto de Desarrollo Urbano – SIGIDU.

La información estadística derivada de esta operación, así como sus registros administrativos, son un insumo estratégico para la toma de decisiones orientadas al mejoramiento continuo de la red vial y al fortalecimiento de políticas de movilidad urbana sostenible. Asimismo, se enmarca en los lineamientos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, asegurando estándares de calidad, transparencia y comparabilidad que respaldan la producción estadística oficial.

En este documento se presenta la metodología para realizar el cálculo y actualización de los registros administrativos en relación con el estado de condición superficial de los pavimentos que conforman la malla vial del Distrito durante el periodo de interés, el cual detalla antecedentes, el diseño de la medición, cambios metodológicos o conceptuales que ha experimentado el ejercicio y el diseño de la operación estadística.

1. ANTECEDENTES

El Concejo de Bogotá D.C., mediante el Acuerdo 67 de 2002, estableció los lineamientos para la publicación permanente de indicadores que permiten evaluar la gestión de la Administración. En el caso del sector Movilidad, se identifican indicadores asociados a las vías, las vías primarias y secundarias en buen estado. Asimismo, el Decreto 508 de 2010 (modificado por el Decreto 371 de 2011) establecen los términos y plazos para la publicación de estos indicadores.

De acuerdo con esta normatividad y desde sus competencias, el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU ha realizado la medición de la extensión y estado de la malla vial de la ciudad desde el año

2004 hasta la fecha. Durante este periodo la medición se ha fortalecido significativamente incorporando análisis más desagregados y adoptando normas y metodologías internacionales. A continuación, se describen las diferentes modificaciones metodológicas que ha tenido la operación estadística:

2004 – 2020: Medición Índice de Condición del Pavimento

Durante el periodo 2004 a 2020 el Instituto empleó la clasificación del estado de condición superficial de la malla vial a partir de una escala agrupada en tres (3) categorías: Bueno, Regular y Malo como resultado del cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI), parámetro que permite calificar la condición superficial de la estructura del pavimento.

Adicionalmente cabe resaltar que durante este periodo se realizaron modificaciones en los rangos de estado como se describe a continuación.

Entre 2004 y 2010, el IDU calculó el PCI con base en la metodología diseñada por el Banco Mundial, definiendo los rangos para cada uno de los tres (3) estados de la siguiente manera:

Tabla 1. Rangos del PCI 2004 a 2010

Estado	2004 -2010
Bueno	PCI ≥ 71
Regular	31 ≤ PCI ≤ 70
Malo	PCI ≤ 30

Fuente: IDU

A partir de 2011, se implementó la metodología "Pavement Condition Index" (PCI), desarrollada por el cuerpo de ingenieros del Ejército de Estados Unidos con el fin de proveer un índice que representará la integridad estructural y la condición de operación superficial del pavimento. Este cambio representó un ajuste homologable en los rangos definidos para la clasificación del estado de la malla vial (ver tabla 2).

Tabla 2. Rangos del PCI 2011 a 2016 I semestre

Estado	2011 – 2016 I semestre
Bueno	PCI ≥ 56
Regular	26 ≤ PCI ≤ 55
Malo	PCI ≤ 25

Fuente: IDU

En el segundo semestre de 2016 se realiza un estudio visual minucioso de la condición del pavimento, en el que se identifica la clase, la extensión y la severidad el daño. Esto derivó en la modificación de los rangos como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 3. Rangos del PCI 2016 II a 2020

Estado	2016 II semestre -2020
Bueno	PCI ≥ 90
Regular	56 < PCI < 90
Malo	PCI ≤ 55

Fuente: IDU

2013: Ajuste de la extensión de malla vial

De acuerdo con el Decreto 364/2013 se ajustó y reclasificó la malla vial, por lo cual, las estadísticas calculadas para este año no son comparables con las mediciones de vigencias anteriores. Se precisa que la extensión de la malla vial se ajustó en función de aquellas intervenciones que generaron modificaciones geométricas a la vía existente. Asimismo, al estado de la condición de pavimento se le asignó una calificación de conformidad con el tipo de obra ejecutada: acciones de movilidad, mantenimiento, rehabilitación, reconstrucción y construcción.

2015: Modificación de periodicidad de medición

A partir de este año, la periodicidad de medición cambió de anual a semestral.

2016 II semestre: Actualización masiva de objetos cartográficos y malla vial

Para determinar la extensión y estado de malla vial de la ciudad se tomó la información existente en la base de datos de la entidad. Información producto de la actualización masiva de los objetos cartográficos de la sección transversal de la malla vial urbana de Bogotá. Esta actualización se realizó a través de un proceso de digitalización de los objetos nuevos y ajustes de los existentes usando imágenes ortorrectificadas (andén, calzada, separador, bahía, ciclorruta, escalera, pompeyano, plaza, acceso y alameda).

Adicionalmente, se tomó la información del PCI producto del resultado del proyecto de levantamiento, procesamiento y análisis de la información del diagnóstico de pavimentos de la malla vial de Bogotá correspondiente a 2016. No se incluyeron reportes de las intervenciones.

2019 I semestre: Inclusión de la medición de malla vial rural

Se inicia la medición de la malla vial rural. El cálculo de extensión y estado de la malla vial rural se efectuó acorde con la clasificación vial establecida en el artículo 407 del Decreto Distrital 190 de 2004. Se clasificó esta malla vial en dos (2) tipos: Malla vial rural principal y malla vial rural no principal. Esta clasificación es temporal y está sujeta a su definición por parte del Ministerio de Transporte en el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras – SINC y teniendo como base la metodología para la categorización de la Red Vial Nacional (Resolución 1322 de 2018 – Ministerio de Transporte).

2021 I semestre: Cambio de escala de calificación del estado | IN-IC-12

En el año 2021, la entidad fortalece la metodología empleada, en cuanto a la toma de información, procesamiento, análisis y clasificación del estado, en concordancia con lo establecido en las normas técnicas internacionales para el diagnóstico de pavimentos y categorización del estado. En esta línea, se adoptaron siete (7) categorías: Bueno, Satisfactorio, Aceptable, Pobre, Muy Pobre, Grave y Fallado, cuyo valor oscila entre 0 y 100, donde 0 es un pavimento totalmente fallado y 100 un pavimento en buen estado.

Esta clasificación responde a las normas internacionales ASTM-D-6433 para pavimentos en superficie flexible y rígido, y ASTM-E-2840 para pavimentos de superficie articulada, y por el indicador URCI (Índice de condición de vías sin superficie) basado en el Manual Técnico TM 5-626 aplicable para vías en afirmado.

En este año también se publica en la intranet de la entidad el instructivo IN-IC-12 "Determinación de las estadísticas de malla vial". Este instructivo documenta el procedimiento de cálculo

teniendo en cuenta tres fuentes de información: i) la calzada cuenta con diagnóstico realizado en el periodo de la actualización, ii) la calzada cuenta con el reporte de intervenciones realizadas por las Entidades Distritales ejecutoras y iii) la calzada no cuenta con reportes de intervenciones o diagnóstico: se aplican los modelos teóricos de deterioro establecidos.

2025 I semestre: Adopción del Decreto 555 de 2021 – Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.

A partir de esta vigencia comienza un nuevo ciclo de publicación en el cual se modifica la clasificación vial establecida en el antiguo Decreto 190 de 2004 por lo cual, las estadísticas calculadas para este periodo no son comparables con las mediciones de vigencias anteriores.

Tabla 4. Adopción nueva clasificación vial Decreto 555 de 2021

Clasificación vial Decreto 190	Clasificación vial Decreto 555
Categoría	Categoría
Troncal	Arterial
Arterial	
Intermedia	Intermedia
Local	Local
Rural principal	Rural
Rural	

Fuente: Decreto 555 de 2021

2. DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA

2.1. Diseño temático

2.1.1. Necesidades de información

La planeación, mantenimiento y mejora de la infraestructura vial de la ciudad requiere información confiable, actualizada y sistemática sobre la extensión y el estado de la malla vial. Esta necesidad responde a la importancia de garantizar una gestión eficiente y transparente de la planeación urbana mediante la disponibilidad de datos de calidad que respalden la toma de decisiones basada en evidencia respecto a la priorización objetiva de áreas a intervenir, la asignación de recursos y el monitoreo periódico de la red vial para detectar tendencias de deterioro y anticipar problemas que puedan afectar la movilidad y la seguridad vial.

Asimismo, esta operación da cumplimiento al Acuerdo 67 de 2002 del Concejo de Bogotá, que estableció los lineamientos para la publicación permanente de indicadores que permitan evaluar la gestión de la Administración Distrital. En este marco, la información producida sobre extensión y estado de la malla vial se constituye en un indicador de gestión institucional, necesario para:

- Dar transparencia a la ciudadanía sobre la condición de la infraestructura vial.
- Fortalecer la rendición de cuentas de la Administración Distrital.
- Integrarse al sistema de seguimiento de la gestión y los resultados de las entidades responsables del sector movilidad.

2.1.2. Formulación de objetivos

Objetivo general:

Determinar semestralmente la extensión y estado de condición de la malla vial del Distrito Capital, mediante el análisis de los registros administrativos de la malla vial y datos tomados en campo, con el fin de obtener información actualizada y sistemática que sirva de base para la toma de decisiones.

Objetivos específicos:

- Identificar y cuantificar la extensión total de la malla vial de la ciudad mediante el procesamiento semestral de datos.
- Calcular el Índice de Condición de Pavimento para la malla vial de la ciudad.

2.1.3. Alcance

La operación estadística contempla la identificación del inventario y estado de malla vial tanto urbana como rural de la ciudad de Bogotá con desagregación por tipo de malla y localidad, así como una actualización semestral.

2.1.4. Marco de referencia

La evaluación superficial en pavimentos permite conocer el estado de la capa de rodadura a través de la identificación visual de daños que se manifiestan como desgastes, grietas, deformaciones, huecos, entre otros, los cuales son causa del uso de la vía, el clima (meteorización), los procesos constructivos, la calidad en los materiales y eventos naturales. Para la identificación de estos tipos de daños, existen diversas metodologías las cuales son utilizadas por las agencias y entidades que administran la red de infraestructura vial, las más utilizadas son las normas internacionales de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales - American Society for Testing and Materials (ASTM) las cuales documentan el proceso para identificar los daños superficiales en el pavimento, asignando una extensión de área afectada y una severidad, con esta información se realiza un proceso matemático que permite obtener un indicador entre 0 y 100, dónde 0 es un pavimento totalmente fallado y 100 indica un pavimento en excelente estado, a este valor se le denomina Índice de Condición del Pavimento – Pavement Condition Index (PCI) el cual se clasifica de acuerdo con una escala de 7 categorías (Bueno, Satisfactorio, Aceptable, Pobre, Muy Pobre, Grave y Fallado). A continuación, se presenta la escala de clasificación.

Imagen 1. Escala de clasificación PCI/URCI



Fuente: Adoptado de estándar internacional ASTM

La norma internacional ASTM-D-6433 se emplea para la evaluación de pavimentos en superficie flexible y rígido para superficie flexible se evalúa la presencia de 20 tipos de daño y para superficie rígida 19 tipos de daño.

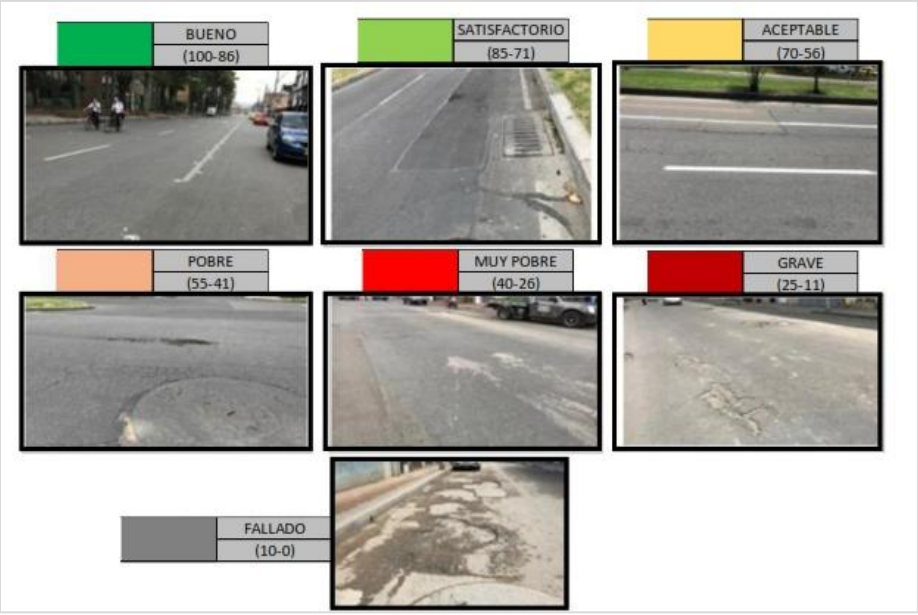
La norma ASTM-E-2840 se aplica para evaluación de pavimentos de superficie articulada teniendo en cuenta 11 tipos de daños que se desarrollan en pavimentos con este tipo de

superficie, y para vías en afirmado se calcula el indicador URCI (Índice de condición de vías sin superficie) basado en el Manual Técnico TM 5-626.

Una vez se identifican los daños con sus extensiones y severidades, esta información se utiliza para calcular el indicador de estado PCI/URCI usando procesos matemáticos basados en ábacos de valores deducidos e iteraciones.

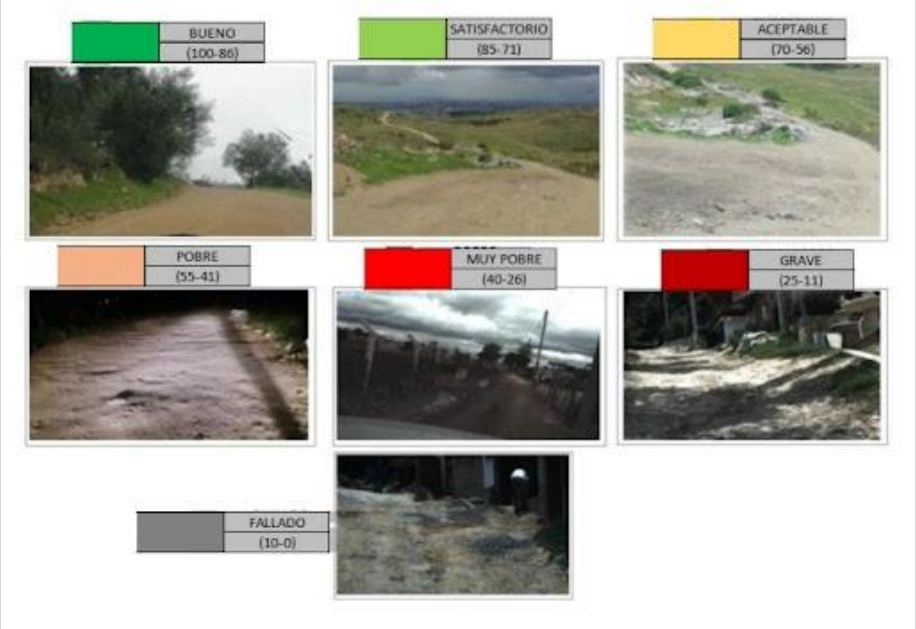
Cuando se ha calculado el indicador de estado superficial (PCI/URCI) se procede con la clasificación del valor obtenido según las escalas presentadas en las figuras 1 y 2.

Imagen 1. Clasificación PCI (ejemplo para pavimentos flexibles)



Fuente: IDU

Imagen 2. Clasificación URCI (ejemplo para vías en afirmado)



Fuente: IDU

Adicionalmente el Concejo de Bogotá D.C., mediante el Acuerdo 67 de 2002, estableció los lineamientos para la publicación permanente de indicadores que permiten evaluar la gestión de la Administración. En el caso del sector Movilidad, se identifican indicadores asociados a las vías, las vías primarias y secundarias en buen estado. Asimismo, el Decreto 508 de 2010 (modificado por el Decreto 371 de 2011) establecen los términos y plazos para la publicación de estos indicadores.

La importancia de emplear los procedimientos normativos mencionados recae sobre la estandarización y uniformidad de la información, de manera que se pueda mantener en el tiempo una misma línea en los procesos de levantamiento, procesamiento y análisis de información que permitan realizar de mejor manera la gestión, administración y conservación de la infraestructura. En este sentido, desde hace aproximadamente 15 años el IDU emplea las metodologías descritas anteriormente para la determinación del estado de condición superficial en la infraestructura de malla vial de la ciudad.

2.1.5. Definición de variables y construcción de indicadores estadísticos

A. Variables

Área rural: se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles, carreteras, avenidas, y demás. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas (Concepto básicos DANE)

Área urbana: se caracteriza por estar conformada por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas, las cuales están delimitadas por calles, carreras o avenidas, principalmente. Cuenta por lo general, con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales y colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las ciudades capitales y las cabeceras municipales restantes (Conceptos básicos DANE).

Malla arterial: Son las calles que permiten el desarrollo de viajes de alcance urbano, dan soporte a la operación de todos los modos y es el sustrato para la localización de infraestructuras de la red de transporte público de alta y media capacidad. Dentro de esta malla se encuentran las calles que conforman los anillos y corredores que conectan con la región, dan acceso a los flujos de transporte y permiten los viajes de largas distancias al igual que soportan la actividad logística en la ciudad (Artículo 152 Decreto 555 de 2021).

Malla vial intermedia: Conformada por calles por las que circulan el componente flexible del sistema de transporte público y altos flujos de movilidad en las Unidades de Planeamiento Local, da soporte a la vida local y de proximidad y complementan la operación de las mallas arterial y de integración regional (Artículo 152 Decreto 555 de 2021).

Malla vial local: Conformada por las calles locales que permiten el desarrollo de viajes de proximidad en las Unidades de Planeamiento Local. Según las necesidades del contexto, se permite la circulación de todos los modos, con prioridad a la circulación peatonal y los vehículos para la micromovilidad y el transporte de último kilómetro. Da soporte a las dinámicas de

movilidad local, conectándolas con los sistemas de transporte de alta y media capacidad (Artículo 152 Decreto 555 de 2021).

La Red de conexión rural y regional estructurante: Está compuesta por las mallas principal que incluye las vías primarias, secundaria que incluye las vías secundarias, terciaria que incluye las vías terciarias, y los enlaces peatonales y vehiculares. (Artículo 421 Decreto 555 de 2021)

Tipo de pavimento:

Pavimento Rígido: Es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido (INVIAS).

Pavimento Flexible: Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado (INVIAS).

Pavimento Articulado: Compuesto por unidades con formas rectangulares o dentadas. Cualquier tipo de forma de unidad se coloca en un patrón entrelazado con diversos materiales de juntas y lechos sobre una capa base no ligada o ligada (ASTM-E-2840)

Pavimento Afirmado: Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener adheridas todas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en gran parte de la red vial terciaria (INVIAS).

Material de superficie de rodadura:

Pavimento en concreto hidráulico: Mezcla de agregados con aglomerante de cemento Portland que incluye pavimento con juntas no reforzadas y reforzadas (ASTM-D-6433).

Pavimento en concreto asfáltico: Mezcla de agregados con un ligante de cemento asfáltico (ASTM-D-6433).

Pavimento en adoquín: Los adoquines son unidades prefabricadas, dispuestas en un patrón entrelazado para conformar una superficie pavimentada (ASTM-C-936).

Afirmado: Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener adheridas todas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en gran parte de la red vial terciaria (INVIAS).

Kilómetro - carril (km-carril): Este término es implementado por el IDU como unidad para reportar los indicadores de extensión y estado de la malla vial, así como las metas de ejecución de obras de construcción y conservación. El kilómetro metros carril es un patrón de medida representado por un área equivalente a un carril de ancho l tipo de 3,5 en una longitud de 1 kilómetro (3,5 m x 1000 m).

Índice de Condición de Pavimento (PCI): Calificación numérica del estado del pavimento que va de 0 a 100, donde 0 es el peor estado posible y 100 es el mejor estado posible (ASTM-D-6433).

Índice de Condición de Vías sin Pavimentar (URCI): Indicador numérico con una escala de 0 a 100. El URCI indica la integridad del camino y el estado operativo de la superficie (Manual TM-5-626).

B. Indicadores

Indicadores en términos absolutos

Total extensión de malla vial Bogotá

Total extensión de malla vial con estado para Bogotá

Total extensión por tipo de malla vial urbana

Total extensión por tipo de malla vial rural

Porcentaje de malla vial total con estado

$$= \frac{\text{Extensión de la malla urbana/rural con estado}}{\text{Extensión total de la malla urbana/rural}} * 100$$

Porcentaje de malla vial por estado

$$= \frac{\text{Extensión de la malla vial por estado}^*}{\text{Extensión total de la malla vial con estado}} * 100$$

*Con estado = Bueno/satisfactorio/aceptable/pobre/muy pobre/grave/fallado

Porcentaje de malla vial según estado por localidad

$$= \frac{\text{Extensión de la malla vial por estado y localidad}}{\text{Extensión total de la malla vial con estado de la localidad}} * 100$$

2.1.6. Plan de resultados

De acuerdo con las fechas establecidas en los Decretos 508 de 2010 y 371 de 2011, la publicación de los resultados de la operación estadística de los registros administrativos se lleva a cabo en los meses de agosto y marzo de cada año equivalente a los periodos de medición del 01 de enero al 30 de junio y del 01 de julio al 31 de diciembre, respectivamente.

Los resultados de la operación estadística de los registros administrativos se encuentran publicados en diferentes formatos y presentaciones en el Geoportal de la entidad con el fin de atender las necesidades de información tanto de los usuarios internos como externos. El enlace de la plataforma es https://geoportal-idu.hub.arcgis.com/

Infografía: Resumen ejecutivo en formato PDF que describe los principales resultados de la medición por semestre. La infografía se divide en dos secciones principales: la primera

corresponde a la extensión de la malla vial y la segunda sección, incluye la información relacionada al estado de esta infraestructura.

Servicio geográfico: Visualización de datos de forma geoespacial y gráfica mediante el uso de un visor desarrollado en ArcGIS que permite la aplicación de herramientas de segmentación y localización.

Datos abiertos: Disponibilidad de los microdatos utilizados para la medición en archivo plano CSV, shapefile, GeoJSON, entre otros, así como acceso a los metadatos correspondientes.

2.1.7. Estándares estadísticos utilizados

Clasificación por tipo de malla

La clasificación por tipo de malla vial responde a la establecida en el Decreto 555 de 2021, la cual se distribuye en: malla vial arterial, intermedia, local y rural.

Clasificación por estado de condición del pavimento

Estado de la malla vial definido mediante el cálculo de los indicadores PCI y URCI, los cuales se encuentran clasificados en una escala de 7 categorías como se presenta la imagen 1 del presente documento, y que se rige bajo las normas internacionales ASTM D-6433, ASTM E-2840 y Manual Técnico TM-5-626.

2.1.8. Diseño del cuestionario

No aplica para esta operación estadística.

2.1.9. Normas, especificaciones o reglas de edición e imputación de datos

Para la fuente de información primaria, recopilación de información de daños del pavimento directamente en campo, se realiza la revisión de la consistencia de atributos como: superficie del pavimento, daños reportados, severidades y densidades que aplican de acuerdo con las normas internacionales ASTM D-6433, ASTM E-2840 y Manual Técnico TM-5-626.

En relación con la información de la fuente secundaria, reportes de intervención sobre la malla vial, una vez recibido el reporte, se validan las duplicidades de registros e información relacionada al tipo de intervención, fecha, segmento vial y entidad ejecutora.

2.2. DISEÑO ESTADÍSTICO

2.2.1. Universo de estudio

Corresponde a la totalidad de la malla vial urbana y rural del Distrito.

2.2.2. Población objetivo

Corresponde a los segmentos viales que conforman la totalidad de la malla vial de la ciudad de Bogotá.

2.2.3. Cobertura geográfica

Corresponde al perímetro del Distrito Capital.

2.2.4. Desagregación geográfica

Corresponde a la división entre área urbana y rural, y a las 20 localidades de acuerdo con el POT 190 del 2004 mientras se surte la transición a las Unidades de Planeamiento Local.

2.2.5. Desagregación temática

Corresponde a la clasificación de la malla vial y del estado de condición del pavimento (PCI/URCI).

2.2.6. Fuentes de datos

Se consideran tres fuentes de información durante el proceso de cálculo y determinación del estado de las vías:

Fuente Primaria:

- Calzadas que cuentan con diagnóstico a partir de la información capturada en campo durante el periodo de análisis (primer o segundo semestre de cada año).

Fuente Secundaria:

- Reportes de intervención de obra para construcción o conservación sobre la malla vial, remitidos por las entidades con competencia de intervención.
- Calzadas que no cuentan con ninguna de las dos fuentes de información mencionadas, se ejecutan modelos de deterioro que permiten estimar teóricamente su condición de estado.

2.2.7. Período de referencia

La frecuencia de presentación de resultados es semestral (corte 30 de junio y 31 de diciembre de cada año)

2.2.8. Período de recolección/acopio

Considerando la competencia que tiene el IDU conforme a las funciones asignadas a la Entidad y sus dependencias, semestralmente se realiza la actualización de la información de extensión y estado de la malla vial de la ciudad de acuerdo con las fechas establecidas en los Decretos 508 de 2010 y 371 de 2011.

2.3. DISEÑO DE RECOLECCIÓN Y ACOPIO

2.3.1. Métodos y estrategias de recolección o acopio de datos

Para la recolección de los datos del inventario de daños como insumo primario para la actualización del estado de la malla vial, se incluye la información recopilada mediante el empleo de equipos de alto rendimiento enfocados en la evaluación superficial de los pavimentos, y como estrategia adicional el empleo de cuadrillas de personal de la entidad:

- **Equipos láser:** Equipos adosados a un vehículo capaces de captar información a velocidad de operación. Por su tecnología láser la calidad de la información es mayor capturando el detalle de los daños existentes en la superficie del pavimento evaluado. El equipo de sistema láser más común es el sistema LCMS por sus siglas en inglés "Laser Crack Measurement System".

- **Cuadrillas de personal:** Corresponde a cuadrillas de personal especializado que se desplazan "a pie" por la malla vial de la ciudad haciendo un reconocimiento de los daños existentes (agrietamientos, deformaciones, etc.) en los diferentes tipos de superficie del pavimento, empleando el formato FO-IC-34 "Inventario de daños en pavimento" o el aplicativo de diagnóstico de la malla vial.

Por otro lado, para el acopio de la información de los reportes de intervención ejecutados por las diferentes entidades distritales, se emplea el formato FO-IC-02 "Reporte actualización de estudios, diagnósticos, diseños e intervenciones realizadas en infraestructura vial de la ciudad" y el registro de la información en el tablero de control de intervenciones realizadas en la infraestructura.

2.3.2. Estructura organizacional del operativo y definición del equipo requerido

Esquema geográfico:

El operativo se realiza a partir de la clasificación del suelo, ya sea urbano y rural de la ciudad, y está a cargo de la Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación – DTINI, que hace parte del Instituto de Desarrollo Urbano – IDU.

Esquema logístico:

Las estrategias logísticas implementadas se orientan a:

1. Elaboración del plan de trabajo y programación a implementar para el levantamiento, procesamiento y análisis de la información en función del alcance del proyecto (recorrido establecido, plan de ejecución de actividades, tiempos de traslado, tiempos de ejecución, tiempos de procesamiento y análisis de la información).
2. Alistamiento de los equipos de medición.
3. Gestión del transporte y distribución de equipos en las diferentes zonas de la ciudad.
4. Puesta en marcha de la actividad de levantamiento de la información de diagnóstico en campo.

Flujo de información:

1. Proceso de captura de información a cargo del contratista o cuadrilla de personal especializado de la entidad.
2. Proceso de consolidación de la información a cargo del equipo técnico.
3. Controles de calidad, validación de la información y retroalimentación a cargo del equipo técnico.

2.3.3. Esquema de entrenamiento del personal

El proceso de capacitación se encuentra a cargo de la Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación – DTINI exponiendo la metodología, las estrategias de acopio, y las normas y parámetros para tener en cuenta en la medición. Así mismo se socializa el diligenciamiento y uso de los formatos o aplicativos de captura de información en campo y las validaciones necesarias que garanticen la coherencia y consistencia de los datos obtenidos.

Esta sensibilización se realiza mediante la remisión de la documentación técnica aplicable y la realización de una mesa de trabajo que se lleva a cabo al inicio de la etapa de acopio y recolección.

2.3.4. Convocatoria y selección del personal

No aplica para la operación estadística.

2.3.5. Proceso de sensibilización y acuerdos de intercambio

Dentro del proceso de sensibilización se incluye una fase de solicitud de información a las entidades involucradas, a las cuales se comunica los requerimientos específicos, las características de los datos y los plazos de entrega de la información relacionada con las actividades de conservación ejecutadas en la infraestructura de malla vial. La solicitud se realiza mediante comunicaciones oficiales y mesas de trabajo con el fin de asegurar la disponibilidad, calidad y entrega oportuna de los datos.

2.3.6. Elaboración de manuales

Para el desarrollo de la operación estadística y su caracterización se aplican los lineamientos del instructivo IN-IC-12 "Determinación de las estadísticas de malla vial", el cual ofrece claridad conceptual y garantiza la aplicación de la metodología definida.

2.3.7. Diseño de la estrategia de comunicación y plan de contingencias

Con relación a la información reportada por las entidades distritales, la estrategia está relacionada con una comunicación continua que ampare y facilite el flujo de información y una retroalimentación que garantice la calidad de los datos empleados por el equipo de trabajo.

2.3.8. Diseño de la estrategia de seguimiento y control

Cada una de las etapas de la construcción de las estadísticas de extensión y estado de la malla vial requiere evaluaciones respecto a la oportunidad de la información involucrando de manera individual a las entidades encargadas de los reportes y al equipo de trabajo técnico al interior de la entidad.

2.3.9. Diseño de sistemas para la obtención de datos

La información capturada en campo se almacena en el aplicativo Survey123 de Diagnóstico de malla vial empleado por las cuadrillas de personal. Adicionalmente, cuando se emplea contrato de consultoría los datos se obtienen a través de equipos de alto rendimiento que capturan

imágenes de alta resolución que son almacenados en discos duros. La seguridad e integridad de la información se garantiza mediante una copia de seguridad periódico.

2.3.10. Transmisión de datos

Una vez capturada la información en campo, los archivos se transfieren automáticamente a la nube, posteriormente se descargan para análisis y validación de calidad. Luego de esto, los datos son agrupados en bases de datos que se centralizan para el tratamiento por parte del componente técnico encargado al interior de la entidad.

2.4. DISEÑO DEL PROCESAMIENTO

2.4.1. Consolidación de archivos de datos

Cada uno de los registros administrativos se organizan en bases de datos en formato Excel.

2.4.2. Codificación

Con la información centralizada se procede a segmentar la información de acuerdo con las variables definidas (Código de Identificación Vial - CIV, tipo de malla vial, tipo de superficie).

2.4.3. Diccionario de datos

El IDU cuenta con un diccionario de atributos donde se define cada uno de los elementos que conforman la base de datos geográfica denominado "Productos_BDG".

2.4.4. Revisión y validación

El proceso de revisión inicia con una verificación manual de la consistencia de los campos y variables que se requieren para el procesamiento de los datos, se identifican valores faltantes, inconsistentes o fuera de los rangos esperados. Cuando se detecta algún tipo de inconsistencia se realiza un proceso de retroalimentación con el responsable de la fuente del dato original.

2.4.5. Diseño de instrumentos de edición (validación y consistencia) e imputación de datos

No aplica para la operación estadística.

2.4.6. Diseño para la generación de cuadros de resultados

Para construir los cuadros de resultados de las estadísticas de la malla vial se procesan los datos en el programa Access y Excel haciendo uso de hojas de cálculo que permiten generar tablas dinámicas que visualizan y resumen los datos.

2.5. DISEÑO DEL ANÁLISIS

2.5.1. Métodos de análisis de resultados

El diseño de análisis involucra estudios de coherencia y consistencia de los datos.

Análisis de coherencia: En este apartado se realiza una exploración descriptiva de las variables clave, tales como tipo de superficie del pavimento y tipo de daños con su respectiva severidad y extensión, con el fin de identificar tendencias básicas del comportamiento de la infraestructura vial de la ciudad dando alcance a lo propuesto en el instructivo IN-IC-12.

Análisis estadístico: En un primer momento se realiza un análisis multivariado con el propósito de estudiar la interacción entre variables que permitan conocer el cambio o variación que se ha observado de un periodo a otro. Este análisis permite interpretar de manera integral tanto de la independencia de la variable como sus conclusiones una vez comparadas contra otros elementos sobre los que se realizan las mediciones.

2.5.2. Anonimización de microdatos

No aplica para la operación estadística.

2.5.3. Verificación de la anonimización de microdatos

No aplica para la operación estadística.

2.5.4. Comités de expertos

No aplica para la operación estadística.

2.6. DISEÑO DE LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN

2.6.1. Diseño de los sistemas de salida

Los sistemas de salida de esta operación estadística para los registros administrativos se enfocan en que los resultados sean presentados de forma clara, estandarizada y accesible para distintos usuarios. Para ello, se diseñan salidas estadísticas en diferentes grados de profundidad (infografía de síntesis con tabulados y gráficos desagregados, series históricas, visores geográficos interactivos), con el fin de garantizar tanto un análisis general como un análisis más profundo sobre la evolución y el estado de la red vial de la ciudad, los cuales se encuentran dispuestos para acceso de los usuarios mediante el Geoportal IDU en el enlace https://geoportal-idu.hub.arcgis.com/

Los sistemas de salida incluyen la publicación periódica de indicadores semestrales de extensión y estado de la malla vial, su desagregación por localidad y tipo de malla vial, así como la incorporación de resultados en el Sistema de Información Geográfica del IDU (SIGIDU). Todas estas salidas se diseñan considerando atributos de pertinencia, oportunidad y accesibilidad, la información se entrega en formatos abiertos y compatibles.

2.6.2. Diseño de productos de difusión y comunicación

Los productos derivados de la medición de la extensión y estado de la malla vial de la ciudad corresponden a:

- **Infografía:** Resumen ejecutivo en formato PDF que describe los principales resultados de la medición por semestre. La infografía se divide en dos secciones principales: la primera corresponde a la extensión de la malla vial y la segunda sección, incluye la información relacionada al estado de esta infraestructura.

- **Servicio geográfico:** Visualización de datos de forma geoespacial y gráfica mediante el uso de un visor desarrollado en ArcGIS que permite la aplicación de herramientas de segmentación y localización.
- **Datos abiertos:** disponibilidad de los microdatos utilizados para la medición en archivo plano, CSV, shapefile, GeoJSON, entre otros, así como acceso a los metadatos correspondientes.

Los anteriores productos se encuentran disponibles para el acceso de los usuarios en la página web de la entidad mediante el Geoportal IDU en el enlace https://geoportal-idu.hub.arcgis.com/

2.6.3. Entrega de productos

Los productos derivados de la operación estadística de los registros administrativos son publicados en la página Web de la entidad, en particular en el Geoportal definido para la presentación de resultados de las diferentes mediciones realizadas en cuanto al inventario y estado de infraestructura de la ciudad. El enlace de este micrositio es https://geoportal-idu.hub.arcgis.com/

Adicionalmente, se lleva a cabo una socialización de los resultados obtenidos de los registros administrativos, la cual se realiza de manera semestral una vez publicada la información en la página web de la entidad convocando a las entidades distritales y dependencias de la entidad.

2.6.4. Estrategia de servicio

Para brindar respuesta a las dudas o inquietudes de los usuarios respecto a la información de extensión y estado de la malla vial se realiza mediante el canal dispuesto de radicación de correspondencia, canal virtual, canal presencial o canal telefónico.

2.7. DISEÑO DE LA EVALUACIÓN DE LAS FASES DEL PROCESO

Para la obtención de las estadísticas de malla vial se aplican procesos de autoevaluación dentro de cada una de las fases asegurando la calidad de los resultados.

Los resultados de la operación estadística se socializan y analizan en comités técnicos con el fin de realizar un análisis de coherencia ya asegurar la calidad de estos. Los comités internos están conformados por la Directora técnica y el equipo técnico que procesa los datos.

Finalmente, se presentan los resultados a usuarios especializados e interesados en la dinámica de las estadísticas de la infraestructura de malla vial.

2.8. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION Y FLUJOS DE TRABAJO

No aplica para la operación estadística.

3. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA

La documentación relacionada al desarrollo de la operación estadística de los registros administrativos es la siguiente:

- American Society of Testing Materials. ASTM D 6433. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.
- American Society of Testing Materials. ASTM E 2840. Standard Practice for Pavement Condition Index Surveys for Interlocking Concrete Roads and Parking Lots
- Army, D. O. Technical Manual TM-5-626. Unsurfaced Road Maintenance Management.
- Formato FO-IC-02 "Reporte actualización de estudios, diagnósticos, diseños e intervenciones realizadas en infraestructura vial de la ciudad".
- Formato FO-IC-34 "Inventario de daños en pavimento".
- Instructivo IN-IC-12 "Determinación de estadísticas de malla vial"

GLOSARIO

Área rural: se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles, carreteras, avenidas, y demás. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas (Concepto básicos DANE)

Área urbana: se caracteriza por estar conformada por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas, las cuales están delimitadas por calles, carreras o avenidas, principalmente. Cuenta por lo general, con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales y colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las ciudades capitales y las cabeceras municipales restantes (Conceptos básicos DANE).

Malla arterial: Son las calles que permiten el desarrollo de viajes de alcance urbano, dan soporte a la operación de todos los modos y es el sustrato para la localización de infraestructuras de la red de transporte público de alta y media capacidad. Dentro de esta malla se encuentran las calles que conforman los anillos y corredores que conectan con la región, dan acceso a los flujos de transporte y permiten los viajes de largas distancias al igual que soportan la actividad logística en la ciudad (Artículo 152 Decreto 555 de 2021).

Malla vial intermedia: Conformada por calles por las que circulan el componente flexible del sistema de transporte público y altos flujos de movilidad en las Unidades de Planeamiento Local, da soporte a la vida local y de proximidad y complementan la operación de las mallas arterial y de integración regional (Artículo 152 Decreto 555 de 2021).

Malla vial local: Conformada por las calles locales que permiten el desarrollo de viajes de proximidad en las Unidades de Planeamiento Local. Según las necesidades del contexto, se permite la circulación de todos los modos, con prioridad a la circulación peatonal y los vehículos para la micromovilidad y el transporte de último kilómetro. Da soporte a las dinámicas de movilidad local, conectándolas con los sistemas de transporte de alta y media capacidad (Artículo 152 Decreto 555 de 2021).

La Red de conexión rural y regional estructurante: Está compuesta por las mallas principal que incluye las vías primarias, secundaria que incluye las vías secundarias, terciaria que incluye las vías terciarias, y los enlaces peatonales y vehiculares. (Artículo 421 Decreto 555 de 2021)

Estructura de pavimento Rígido: Es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido (INVIAS).

Estructura de pavimento Flexible: Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado (INVIAS).

Estructura de pavimento articulado: Compuesto por unidades con formas rectangulares o dentadas. Cualquier tipo de forma de unidad se coloca en un patrón entrelazado con diversos materiales de juntas y lechos sobre una capa base no ligada o ligada (ASTM-E-2840)

Estructura en afirmado: Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener adheridas todas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en gran parte de la red vial terciaria (INVIAS).

Pavimento en concreto hidráulico: Mezcla de agregados con aglomerante de cemento Portland que incluye pavimento con juntas no reforzadas y reforzadas (ASTM-D-6433).

Pavimento en concreto asfáltico: Mezcla de agregados con un ligante de cemento asfaltico (ASTM-D-6433).

Pavimento en adoquín: Los adoquines son unidades prefabricadas, dispuestas en un patrón entrelazado para conformar una superficie pavimentada (ASTM-C-936).

Afirmado: Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener adheridas todas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en gran parte de la red vial terciaria (INVIAS).

Kilómetro - carril (km-carril): Este término es implementado por el IDU como unidad para reportar los indicadores de extensión y estado de la malla vial, así como las metas de ejecución de obras de construcción y conservación. El kilómetro metros carril es un patrón de medida representado por un área equivalente a un carril de ancho l tipo de 3,5 en una longitud de 1 kilómetro (3,5 m x 1000 m).

Índice de Condición de Pavimento (PCI): Calificación numérica del estado del pavimento que va de 0 a 100, donde 0 es el peor estado posible y 100 es el mejor estado posible (ASTM-D-6433).

Índice de Condición de Vías sin Pavimentar (URCI): Indicador numérico con una escala de 0 a 100. El URCI indica la integridad del camino y el estado operativo de la superficie (Manual TM-5-626).

BIBLIOGRAFÍA

- American Society of Testing Materials. ASTM D 6433. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. United States.
- American Society of Testing Materials. ASTM E 2840. Standard Practice for Pavement Condition Index Surveys for Interlocking Concrete Roads and Parking Lots
- Army, D. O. Technical Manual TM-5-626. Unsurfaced Road Maintenance Management.

- Decreto Distrital 555 de 2021 "Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C."
- Instituto Nacional de Vías – INVIAS
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE

ANEXOS

No aplica.