

**DIAGNÓSTICO DE LAS RUTAS DE TRÁNSITO DE CICLISTAS CON MAYOR DEMANDA EN LA CIUDAD DE  
BOGOTÁ, MEDIANTE SERVICIOS WEB GEOGRÁFICOS**

Liliana Alexandra Monroy Guerrero



Ingeniería civil, Facultad ingeniería civil

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2025

**Diagnóstico de las rutas de tránsito de ciclistas con mayor demanda en la ciudad de Bogotá, mediante servicios web geográficos**

**Liliana Alexandra Monroy Guerrero**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de ingeniera civil**

**Diana María Jurado, asesora disciplinar**



**Ingeniería civil, Facultad de ingeniería civil**

**Universidad La Gran Colombia**

**Bogotá D.C.**

**2025**

### **Agradecimientos**

Agradezco profundamente a Dios por haberme dado la fuerza, la salud, amor incondicional y la claridad para culminar este proceso. A las personas cercanas que me animaron y apoyaron en cada etapa de la investigación, les expreso mi gratitud sincera. Agradezco también a mis docentes y tutores por su guía académica, en especial a la ingeniera Diana María Jurado, por su orientación, disposición y valiosas recomendaciones técnicas. Extiendo mi reconocimiento a las entidades que proporcionaron los datos necesarios, especialmente a la Secretaría Distrital de Movilidad, así como a los participantes que respondieron la encuesta, quienes hicieron posible el análisis que sustenta este trabajo.

**Tabla de contenido**

**INTRODUCCIÓN ..... 12**

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 15**

**JUSTIFICACIÓN ..... 17**

**OBJETIVOS ..... 18**

    OBJETIVO GENERAL ..... 18

    OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 18

**ANTECEDENTES ..... 19**

    USO DE LA BICICLETA ..... 19

    SISTEMA DE CICLORRUTAS ..... 20

*Velocidad* ..... 21

    SEGURIDAD SOCIAL ..... 21

    NORMAS ..... 22

    MOVILIDAD SOSTENIBLE ..... 23

**MARCO REFERENCIAL ..... 24**

    MARCO TEÓRICO ..... 24

*Energías limpias* ..... 24

*La ciencia detrás de la bicicleta* ..... 25

*La bicicleta* ..... 26

    MARCO CONCEPTUAL ..... 28

*Las vías* ..... 28

*Movilidad sostenible* ..... 35

*Sistemas de información geográficos* ..... 37

*Datos abiertos* ..... 38

*Tableros de control* ..... 40

<i>Aplicaciones de campo para captura de información geográfica</i> .....	41
MARCO GEOGRÁFICO .....	42
<i>Mapa de referencia</i> .....	42
<i>Localidades</i> .....	43
MARCO NORMATIVO.....	44
<i>Decreto 313 de 1955</i> .....	45
<i>Fallo 71 de 2001</i> .....	45
<i>Acuerdo 73 de 2002</i> .....	46
<i>Ley 769 de 2002</i> .....	46
<i>Acuerdo 87 de 2003</i> .....	47
<i>Acuerdo 236 de 2010</i> .....	47
<i>Acuerdo 288 de 2010</i> .....	48
<i>Resolución 209 de 2019</i> .....	48
<i>Acuerdo 761 de 2020</i> .....	49
<i>Acuerdo 827 de 2021</i> .....	49
<i>Decreto 294 de 2021</i> .....	50
<i>Ley 2222 de 2022</i> .....	50
<i>Acuerdo 873 de 2023</i> .....	51
<i>Resolución 20233040009675 de 2023</i> .....	51
<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>53</b>
FASE 1. CONSULTA DE INFORMACIÓN SECUNDARIA .....	53
FASE 2. CONSOLIDACIÓN DE DATOS EN ENTORNO SIG .....	54
FASE 3. DEFINIR LOS PUNTOS NEURÁLGICOS .....	54
FASE 4. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL .....	55
FASE 5. ESTABLECER LAS RUTAS CON MAYOR DEMANDA.....	55
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>

PUNTOS NEURÁLGICOS .....	63
SINIESTRALIDAD .....	65
ACCIDENTALIDAD .....	73
RUTAS CON MAYOR DEMANDA.....	82
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS A .....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXOS B .....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS C .....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXOS D.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS E .....</b>	<b>104</b>

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1</b> <i>Esquema de la ciclorruta en calzada</i> .....	30
<b>Figura 2</b> <i>Esquema de la ciclorruta bidireccional en andenes</i> .....	30
<b>Figura 3</b> <i>Esquema de la ciclobanda unidireccional en la calzada</i> .....	31
<b>Figura 4</b> <i>Esquema de la ciclobanda unidireccional sobre el andén</i> .....	32
<b>Figura 5</b> <i>Localidades de Bogotá</i> .....	44
<b>Figura 6</b> <i>Tablero de control de los cicloparqueaderos</i> .....	57
<b>Figura 7</b> <i>Tablero de control de los sensores</i> .....	58
<b>Figura 8</b> <i>Tablero de control de la ciclovía</i> .....	59
<b>Figura 9</b> <i>Tablero de control de la ciclo-infraestructura</i> .....	63
<b>Figura 10</b> <i>Mapa de los puntos neurálgico por localidad</i> .....	64
<b>Figura 11</b> <i>Puntos neurálgico por localidad</i> .....	65
<b>Figura 12</b> <i>Mapa de calor con puntos de siniestralidad (2023)</i> .....	66
<b>Figura 13</b> <i>Grafica de Promedio, máximos y mínimos de la densidad en siniestralidad (2023)</i> .....	68
<b>Figura 14</b> <i>Grafica tipo de infraestructura y factores causales de siniestros (2023)</i> .....	69
<b>Figura 15</b> <i>Grafica tipo de infraestructura y gravedad de siniestros (2023)</i> .....	71
<b>Figura 16</b> <i>Grafica tipo de ciclo-infraestructura y tipo de siniestro (2023)</i> .....	72
<b>Figura 17</b> <i>Mapa de calor con puntos de accidentalidad (2023-2025)</i> .....	74
<b>Figura 18</b> <i>Grafico de Promedio, máximos y mínimos de la densidad en accidentalidad (2023-2025)</i> .....	76
<b>Figura 19</b> <i>Grafica tipo de ciclo-infraestructura y temporadas del año (2023-2025), Accidentalidad</i> .....	77
<b>Figura 20</b> <i>Grafica tipo de ciclo-infraestructura y tipo de accidente (2023-2025), Accidentalidad</i> .....	79
<b>Figura 21</b> <i>Grafica tipo de ciclo-infraestructura y genero (2023-2025), Accidentalidad</i> .....	81

**Figura 22** *Mapa del cruce de la información previa al trazo de las rutas de mayor demanda* ..... 83

**Figura 23** *Rutas con mayor demanda por los ciclistas en la ciudad de Bogotá* ..... 84

**Figura 24** *Grafica de la longitud de los tipos de ciclo-infraestructura en las rutas con mayor demanda* ..... 87

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Ciclo-infraestructura por localidades con ciclorrutas</i> .....	60
<b>Tabla 2</b> <i>Ciclo-infraestructura por localidades con ciclobanda</i> .....	61
<b>Tabla 3</b> <i>Ciclo-infraestructura por localidades no clasificada</i> .....	62
<b>Tabla 4</b> <i>Promedio, máximos, mínimos y desviación estándar de la densidad en siniestralidad</i> <i>2023</i> .....	67
<b>Tabla 5</b> <i>Condiciones involucradas en los factores causales más frecuentes en siniestralidad</i> <i>(2023)</i> .....	70
<b>Tabla 6</b> <i>Condiciones involucradas en los eventos graves más frecuente en siniestralidad</i> <i>(cantidad)</i> .....	71
<b>Tabla 7</b> <i>Condiciones involucradas en los tipos de siniestros más frecuente (cantidad)</i> .....	73
<b>Tabla 8</b> <i>Promedio, máximos, mínimos y desviación estándar de la densidad en accidentalidad</i> <i>(2023-2025)</i> .....	75
<b>Tabla 9</b> <i>Tendencias pico de los accidentes en las ciclo-infraestructuras según su temporada pico</i> .....	78
<b>Tabla 10</b> <i>Registro de muertos y vivos según la ciclo-infraestructura</i> .....	80
<b>Tabla 11</b> <i>Registro de rango de edades de ocurrencia de accidentes según la ciclo-infraestructura</i> .....	82
<b>Tabla 12</b> <i>Registro de rango de edades de ocurrencia de accidentes según la ciclo-infraestructura</i> .....	86

### Resumen

Esta investigación presenta un diagnóstico técnico de la ciclo-infraestructura de Bogotá, mediante el uso de herramientas SIG como ArcGIS Pro, Survey123 y ArcGIS Online. Se realizó un análisis espacial de tramos priorizados, considerando variables como siniestralidad, tipología vial, rutas trazadas por usuarios encuestados, y localización de puntos neurálgicos. Para ello, se integraron capas de información geográfica, mapas de calor y recorridos ciclistas que permitieron identificar zonas críticas y patrones de riesgo. El diagnóstico evidenció que las zonas con mayor accidentalidad se concentran en algunas vías principales de la ciudad, donde predominan las ciclorrutas, y donde se observan deficiencias estructurales o falta de continuidad. Previamente, se interpretaron las necesidades de intervención a partir de los datos disponibles, analizando el comportamiento de factores como la causa y tipo de siniestro, su gravedad, la temporalidad del evento, y el rango de edad de las víctimas. Este trabajo aporta insumos clave para la toma de decisiones en materia de movilidad sostenible, alineados con los objetivos del Plan de Movilidad Sostenible y Segura de Bogotá y con los principios del modelo de ciudad inteligente. Los hallazgos fortalecen la relación entre el análisis espacial y la gestión urbana, y destacan el valor de los datos abiertos y las herramientas geográficas para optimizar la planificación y operación de la red de ciclo-infraestructura.

*Palabras clave: ciclo-infraestructura, sistemas de información geográfica, seguridad vial, bicicleta, análisis espacial.*

### Abstract

This research presents a technical diagnosis of Bogotá's cycling infrastructure, using GIS tools such as ArcGIS Pro, Survey123, and ArcGIS Online. A spatial analysis was carried out on prioritized segments, considering variables such as traffic crashes, road typology, user-reported routes, and critical points. Geographic data layers, heat maps, and cyclist travel paths were integrated to identify risk-prone areas and usage patterns. The diagnosis revealed that the highest accident rates are concentrated along major roadways where cycle paths are prevalent, particularly where infrastructure shows discontinuities or design deficiencies. Prior to the diagnostic phase, mobility needs were interpreted based on crash and injury data, analyzing causal factors, accident severity, seasonal trends, accident types, and age distribution of victims. This research provides essential input for decision-making in sustainable mobility, aligned with the objectives of Bogotá's Sustainable and Safe Mobility Plan and the smart city development model. The findings strengthen the connection between spatial analysis and urban management, and highlight the value of open data and geographic tools to enhance the planning and operation of cycling infrastructure networks.

*Keywords: cycling infrastructure, geographic information systems, road safety, bicycle, spatial analysis*

## Introducción

Según el diario el Colombiano (2023) en su publicación, revelo que la ciudad de Bogotá es una de las ciudades de mayor congestión vehicular en el mundo. Esto no solo ha generado problemas de movilidad, sino que ha incidido significativamente en la calidad del aire, ya que “el 79% de la contaminación atmosférica se debe al parque automotor” (Secretaria Distrital, 2021), ocasionada principalmente por las emisiones que genera el consumo de gasolina, combustible más utilizado por los vehículos a motor, que trae como consecuencia un porcentaje significativo de contaminación entre camiones, camionetas, automóviles, transporte publico colectivo, SITP, taxis, motocicletas, vehículos de transporte especial, y Transmilenio (Secretaria Distrital, 2021). Razón por la cual, parte de la población ha decidido emplear la bicicleta como alternativa de movilidad dándole un uso significativo dentro de la estructura vial de la ciudad. Desplazarse en bicicleta ofrece una considerable independencia, disponibilidad en el tiempo para cualquier motivo y destino, al ser un vehículo pequeño, económico, ligero y silencioso, con facilidades para montar, parquear y mantener, por la carencia de alta tecnología (Bizkaia foro aldundia diputación foral, 2016).

La presente investigación tiene como objeto diagnosticar las rutas de tránsito de ciclistas con mayor demanda en la ciudad de Bogotá, para complementar la iniciativa que plantea Sánchez (2023) de ampliar la ciclo-infraestructura, así como su mantenimiento y señalización. La información sobre ciclo infraestructura, ciclo parqueaderos, ciclovías y sensores de bicicletas, organizada por localidad, se recopila en el programa ArcGIS, para luego examinar las características de la infraestructura vial por localidad y finalmente establecer las rutas con mayor demanda por los ciclistas en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta el origen destino de los usuarios encuestados, accidentalidad, siniestralidad, y la incidencia de estas en el tipo de ciclo-infraestructura.

Para el desarrollo de este estudio, se utilizaron fuentes de datos provenientes del portal de Datos Abiertos Bogotá, incluyendo información sobre cicloparqueaderos, sensores, ciclovías, ciclo-

infraestructura

([https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/?q=bicicletas&sort=score+desc%2C+metadata\\_modified+desc&ext\\_bbox=](https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/?q=bicicletas&sort=score+desc%2C+metadata_modified+desc&ext_bbox=)) y siniestralidad (<https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/factores-de-riesgos-involucrados-en-la-siniestralidad-vial-de-bogota-dc>). Asimismo, se empleó información del portal ArcGIS

Online para la variable de accidentalidad

(<https://ugrancolombia.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=0da1214fa65b4243b7ca3d78320224e3>).

En lo que respecta a la ciclo-infraestructura, se seleccionó la capa publicada en Datos Abiertos Bogotá por contar con una mayor riqueza informativa en términos de cobertura y clasificación de los tramos. Al contrastarla con la información proyectada por la Secretaría Distrital de Planeación ([https://www.movilidadbogota.gov.co/web/mapa\\_de\\_ciclorrutas\\_de\\_bogota](https://www.movilidadbogota.gov.co/web/mapa_de_ciclorrutas_de_bogota)), se evidenció que dicha fuente se encuentra más desactualizada. Por otro lado, el inventario disponible en el portal del Instituto de Desarrollo Urbano – IDU (<https://geoportal-idu.hub.arcgis.com/datasets/IDU::inventario-infraestructura-ciclorruta-1/explore?layer=0&location=4.682572%2C-74.075567%2C12.49>), si bien presenta una fecha de actualización más reciente (22 de mayo de 2025), presenta omisión de parte significativa de los tramos que sí están representados en la base de Datos Abiertos Bogotá. Estas discrepancias entre fuentes evidencian la falta de criterios unificados entre entidades, lo cual fue tenido en cuenta para mantener como fuente principal aquella que ofrecía mayor completitud y estructura de datos para el análisis propuesto. No obstante, la información contenida en la capa de ciclo-infraestructura descargada desde el portal de Datos Abiertos Bogotá fue objeto de un ajuste tipológico con fines de normalización. En primer lugar, se eliminaron los segmentos clasificados como pompeyanos dado que no pertenecen a la ciclo-infraestructura; en segundo lugar, se sustituyó la categoría bicicarriil por ciclobanda; y, finalmente, se conservó la categoría no clasificada. Estas modificaciones se realizaron

con base en la *Guía de Ciclo-infraestructura para Ciudades Colombianas* (Ministerio de Transporte, 2016), que establece la clasificación normativa de las vías ciclistas a nivel nacional.

### Planteamiento del problema

La congestión vial en la ciudad de Bogotá es causada principalmente por el volumen vehicular que circula, debido a que este es el reflejo del constante crecimiento de la población, que hoy en día necesita movilizarse para llegar a su lugar de trabajo, estudio o diligencias personales. Según un medio especializado de economía, revelo con un estudio, que Bogotá es reconocida por tener la congestión vehicular más severa a escala global, con un promedio anual de 132 horas de retraso para los automovilistas en las horas de mayor tránsito (El Colombiano, 2023). Del mismo modo, el Observatorio Distrital de Movilidad de Bogotá (Alerta Bogotá, 2022) en agosto, informa que las vías más lentas no superan los 12 kilómetros por hora, por esto recomiendan evitar la avenida Caracas entre calles 26 y la calle 89, la avenida NQS de norte a sur sobre la calle 100 hasta la calle 26 y la carrera 68 entre la calle 26 hasta la autopista sur; consecuentemente, recomienda transitar por la calle 26 en sentido occidente – oriente, autopista Sur desde la calle 39 sur hasta el barrio Terreros en Soacha y las Avenida de las Américas por la avenida Ciudad Cali y la calle 26, ya que en estas vías se puede llegar a transitar a 50 kilómetros por hora km/h.

Una de las afectaciones de la movilidad es la contaminación, ya que en febrero de 2023 la administración ambiental local de Bogotá activó la Alerta Fase 1 por la presencia de contaminación atmosférica crítica (Acosta, 2023), además “en el 2018 la Secretaria Distrital de Ambiente declaró que el 79% de la contaminación atmosférica se debe al parque automotor” (Secretaria Distrital, 2021), así dan a conocer la siguiente distribución de contaminación: camiones o transporte de carga 38%, camperos y camionetas con el 16.8%, automóviles 16.6% , transporte publico colectivo, SITP, taxis y motocicletas 24%, vehículos de transporte especial y escolar 3.1%, y transmilenio 1.5%. Lo anterior es consecuencia del uso de la gasolina como principal combustible, debido a que emite principalmente monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono, lo cual contribuye significativamente

a la contaminación atmosférica, así como al calentamiento global y la salud de los habitantes (Secretaría Distrital, 2021).

Consecuentemente parte importante de la población ha decidido utilizar la bicicleta como medio de transporte. Así mismo, hoy día se cuenta con un gran avance en la ciclo-infraestructura de la ciudad, implementando medidas concretas, en cuanto a seguridad e infraestructura. Por ello, la Secretaría de Movilidad en agosto de 2023 dio a conocer el avance del 75% en lo que respecta a arreglos proyectados en el año. Además, mencionan que dentro de las medidas implementadas de infraestructura está la iniciativa de crear nuevos tramos exclusivos para bicicletas, mantenimiento y la instalación de nuevas señales dentro de la red ciclista (Sánchez, 2023). Dentro de este marco, el buen funcionamiento de la ciclo-infraestructura está fundamentado en conocer la tipología utilizada, la conectividad, origen destino, estado, vocación del viaje y tipos de usuarios en bicicleta.

En el área urbana de Bogotá se han reconocido 540 kilómetros de ciclorrutas aproximadamente, para las cuales es fundamental identificar las necesidades de los usuarios respecto a infraestructura, y así compartir esta información con el IDECA y los proyectos a futuro estén enfocados en atender las necesidades identificadas. Por lo tanto, la pregunta de investigación es:

¿Cuáles son las rutas más transitadas por los ciclistas en la ciudad de Bogotá teniendo en cuenta su conectividad y el estado de la infraestructura vial?

### Justificación

Bogotá es una ciudad donde se estima que a diario se movilizan 1.200.000 personas en bicicleta, aun así la ciudad cuenta con la infraestructura para la realización de esos viajes, sin embargo la Secretaria Distrital de Movilidad (2023, como se citó en voz de América, 2023) informa que actualmente se adelanta la construcción de más redes de ciclorrutas con el fin de llegar a 800 km, para esto implemento en el 2022 un programa de bicicletas compartidas, con más de 3000 bicicletas disponibles en toda la ciudad. Actualmente, el Instituto de Desarrollo Urbano y la Unidad de Mantenimiento Vial (2023, como se citó en Ginna R. Sánchez, 2023) cuentan con 14 frentes de obra para mejorar el estado actual de las ciclorrutas en cuanto a mantenimiento, señalización y nuevos kilómetros de estas.

Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta conveniente suministrar información de las características de las rutas más utilizadas por los ciclistas en Bogotá, conforme a viajes, infraestructura y aprovechamiento; ya que facilita la utilización de la bicicleta como medio de transporte, asimismo complementa la información a nivel distrital en cuanto a infraestructura vial, su conectividad y utilidad, así como la movilidad de la ciudad por día y hora. Por esta razón es necesario caracterizar el uso de las bicicletas en la ciudad a partir de servicios web geográficos y definir el origen-destino de los ciclistas, ya que la ciudad presenta congestión vial y picos de contaminación.

## Objetivos

### Objetivo General

Diagnosticar la conectividad y tipo de infraestructura de las rutas ciclísticas de mayor demanda en Bogotá, mediante servicios web geográficos.

### Objetivos Específicos

Caracterizar la utilización de la bicicleta en la ciudad de Bogotá a partir de información secundaria mediante servicios web geográficos.

Caracterizar la ciclo-infraestructura vial a partir de indicadores de siniestralidad y accidentalidad.

Analizar las características que hacen de estas rutas las más transitadas, considerando conectividad, tipo de infraestructura vial y congestión.

### **Antecedentes**

Desde finales del siglo XX, la bicicleta se ha consolidado como un medio de transporte popular entre los ciudadanos de Bogotá, destacándose por ser la opción más saludable, ecológica y económica.

Según Serrano (2015), una parte de los recursos proporcionados por el gobierno se destina a la construcción de nuevas ciclorrutas. Sin embargo, estos fondos no se utilizan para el mantenimiento y la reparación de los kilómetros de ciclorruta ya existentes, lo que desestimula el uso de la bicicleta como medio de transporte.

### **Uso de la bicicleta**

Para Chamarro y Rodríguez (2016), Bogotá ha sido una de las ciudades pioneras en cuanto al uso de la ciclorruta y otros países como Chile se han basado en este modelo. A pesar de contar con una considerable cantidad de usuarios y una extensa red de vías primarias y secundarias destinadas exclusivamente al uso de bicicletas para facilitar el transporte de los habitantes de la ciudad, se proyecta un incremento en la adopción de este medio de movilidad por parte de la población.

En 2016, Chamarro identificó diversas problemáticas que limitan el uso de la bicicleta como medio de transporte, tales como la inseguridad vial, el robo de bicicletas, la falta de conciencia ciudadana, las dificultades de conexión entre barrios y la ausencia de campañas promocionales por parte del gobierno y el sector empresarial. Aunque el aumento en el uso de la bicicleta se debe a la necesidad de evitar los congestionamientos en la ciudad, las condiciones actuales no garantizan una movilidad adecuada. Por ello, se sugiere que el gobierno y las empresas colaboren para identificar y abordar las necesidades relacionadas con la infraestructura vial y mejorar la seguridad para los ciclistas.

### **Sistema de ciclorrutas**

En su estudio realizado en 2016, Chamarro y Rodríguez llevaron a cabo una evaluación comparativa de las redes de ciclorrutas implementadas en Bogotá y otras ciudades, donde evidenciaron falencias comunes relacionadas con el diseño, la planificación, la ejecución y el mantenimiento de dichas infraestructuras, además de su limitada articulación con otros sistemas de transporte. Los autores subrayan la urgencia de fortalecer la ciclo infraestructura en Bogotá y proponen que las instituciones gubernamentales asuman un papel más proactivo, ejerciendo liderazgo político y promoviendo el uso de la bicicleta como medio habitual de transporte. Como referente, se menciona el caso de los Países Bajos, donde el uso de la bicicleta ha sido institucionalizado a través de políticas públicas nacionales, generando un alto grado de apropiación social por parte de la ciudadanía.

Según Mora y Galviz (2016), los estudios demuestran que la implementación de bici-carriles reduce de manera significativa los obstáculos que enfrentan los ciclistas en sus trayectos. Sin embargo, los principales inconvenientes se presentan en las ciclo-rutas ubicadas en los andenes, donde los ciclistas deben compartir el espacio con peatones y vehículos que acceden a las viviendas o realizan giros en las intersecciones viales. Por lo tanto, es fundamental ampliar la infraestructura vial en la ciudad y establecer normativas que promuevan una cultura ciudadana que favorezca el uso adecuado de estos espacios tanto para los ciclistas como para los peatones. Además, resulta esencial llevar a cabo un mantenimiento adecuado de la infraestructura para garantizar tanto la seguridad como el correcto funcionamiento de la misma.

En cuanto a las intersecciones, Mora y Galviz (2016) señalan que los niveles de servicio necesitan mejoras, no solo considerando el espacio destinado a los ciclistas, sino también la influencia en otros usuarios. Es crucial evaluar la demanda y el beneficio para los bici-usuarios, asegurando que las intersecciones sean más eficientes y seguras para todos los actores viales.

### ***Velocidad***

Según Mora y Galviz (2016), la velocidad de los ciclistas se ve directamente impactada por la calidad de la infraestructura vial. En este sentido, las rampas de las ciclo-rutas ubicadas en andenes o separadores están mal construidas, ya que sus pendientes generan una disminución de la velocidad. Además, la presencia de obstáculos como postes de luz, bolardos y baches dificulta la maniobrabilidad, lo que es especialmente problemático para las personas.

Por otro lado, los corredores compartidos entre ciclistas y peatones presentan conflictos que afectan la movilidad de las bicicletas. Esta situación es particularmente evidente en áreas con un alto flujo peatonal, como la Carrera Séptima, que cuenta con una zona peatonalizada y un bici-carril exclusivo, así como en la Carrera 13, donde la ciclo-ruta sobre el andén en Chapinero también se ve

afectado por la convivencia con los peatones. Estos son sectores comerciales con un significativo movimiento de personas de lunes a sábado, lo que empeora los problemas. (Mora y Galviz, 2016).

En contraste, las vías ciclistas segregadas presentan desplazamientos de mayor calidad, ya que la separación clara entre ciclistas, vehículos y peatones reduce la interferencia y mejora la comodidad, la seguridad vial y la velocidad constante, minimizando las interrupciones. Los bici-carriles, al estar ubicados en la calzada vehicular, permiten a los ciclistas alcanzar velocidades más altas, ya que presentan menos obstáculos e intersecciones, lo que reduce el tiempo de recorrido. (Mora y Galviz, 2016).

### **Seguridad social**

Aparicio, Montero y Uribe (2020) subrayan que la implementación de políticas de seguridad social que aborden específicamente las necesidades de los ciclistas es crucial para fomentar un uso más seguro y frecuente de la bicicleta. Según su estudio, más del 70% de los encuestados consideran que la garantía de seguridad social y vial es deficiente o muy deficiente. Esta percepción resalta la necesidad

urgente de optimizar los entornos viales para brindar mayor protección de los ciclistas, tanto en términos de protección social, como de infraestructura vial.

Para incentivar el uso de la bicicleta, los expertos proponen varias medidas. Entre ellas, se destaca la necesidad de un mayor acompañamiento por parte de las autoridades en las ciclorrutas, así como la realización de campañas de cultura vial. Además, sugiere la creación de corredores verdes en la Carrera Séptima, que no solo garantizarían la exclusividad para los ciclistas, sino que también asegurarían una mejor iluminación y seguridad en las ciclorrutas. Estas iniciativas son fundamentales para ofrecer un entorno más seguro y accesible, que fomente el uso del ciclismo como estrategia de movilidad sustentable. (Aparicio, Montero y Uribe, 2020)

### **Normas**

Según Aparicio, Montero y Uribe (2020), con el objetivo de impulsar el conocimiento de las normas entre los biciusuarios, se propone fortalecer la comunicación orientada a grandes públicos por medio de soportes mediáticos. Además, sugiere la instalación de ayudas visuales en los corredores viales para informar sobre el uso adecuado de estos espacios. También se plantea la necesidad de realizar campañas pedagógicas sobre los derechos y deberes de los ciclistas, utilizando controladores de bicicletas como figuras clave en la educación vial.

Otra recomendación importante es aumentar la observancia y monitoreo del comportamiento frente de las normas de tránsito, así como ofrecer mayor claridad en la reglamentación de las bicicletas asistidas. Igualmente, se destaca la importancia de regular la congestión que pueden generar los bicicarriles en las ciclorrutas y retomar la entrega del manual de bolsillo que entro en circulación en el año 2014 para los biciusuarios, con el fin de garantizar una mayor comprensión y cumplimiento. (Aparicio, Montero y Uribe, 2020).

### **Movilidad sostenible**

Según la Secretaría de Movilidad (2023), Bogotá cuenta con una herramienta de planeación orientada a consolidar una movilidad descarbonizada, sostenible, accesible y segura en el corto, mediano y largo plazo, con una visión proyectada hacia 2035. Esta estrategia respalda el modelo de ciudad de proximidad planteado en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) "Bogotá Verdece", promoviendo alternativas de transporte como el sistema masivo, el uso de la bicicleta y la movilidad peatonal. La propuesta incluye un sistema multimodal que contempla una red vial roja de 124,9 kilómetros, conformada por cinco líneas de metro, dos de RegioTram y siete cables aéreos. Asimismo, se incorporarán 18 corredores verdes de alta capacidad y cuatro de capacidad media, mientras que el 92 % de la flota del SITP estará compuesta por vehículos de cero y bajas emisiones. En cuanto a la infraestructura ciclista, se proyectan 84 kilómetros de cicloalamedas y más de 500 kilómetros de ciclorrutas, todo con el propósito de mejorar la asequibilidad al sistema y la experiencia de viaje de la ciudadanía.

## Marco referencial

### Marco teórico

#### *Energías limpias*

Actualmente existe preocupación significativa por “preservar el medio ambiente y las crisis de las energías agotables” (Iberdrola, Energías limpias, párr. 1). En este contexto, Raffino (2021) señala que se han implementado diversas estrategias para abordar estas problemáticas, entre las cuales destacan las energías limpias. Estas se caracterizan por generar electricidad o calor con un impacto ambiental mínimo durante sus procesos de producción y extracción, aprovechando fuentes como el calor o la fuerza de elementos naturales y biológicos. No obstante, es importante no confundirlas con las energías renovables, ya que estas últimas se obtienen a partir de recursos que se regeneran de forma natural o cuyo uso ocurre a una velocidad que permite su reposición. A pesar de ello, no todas las fuentes renovables son completamente limpias; un ejemplo es el biogás, que aunque renovable, puede generar ciertos niveles de contaminación.

Las energías limpias están relacionadas principalmente con los elementos presentes en la naturaleza, como lo son: aire, fuego, agua y tierra (Raffino, 2021, párr. 8). A continuación, se presenta una lista de algunos tipos de energías limpias.

- Energía eólica (generada a través del viento).
- Energía hidroeléctrica (generada a través del agua).
- Energía solar (generada a través del sol).
- Energía geotérmica (generada a través del agua caliente de los yacimientos).
- Energía de hidrógeno verde (generada por medio de la electrolisis).
- Energía de biomasa (generada por medio de la combustión de materia orgánica).

*La ciencia detrás de la bicicleta*

En el momento de usar la bicicleta se tiene en cuenta factores que pueden incidir a que esta permanezca en movimiento, estos están relacionados con el estado de la infraestructura, los vehículos a motor cercanos, los peatones y otras bicicletas en movimiento.

Según Jesús Guevara (2017), afirma que la ciencia detrás de la bicicleta para que se mantenga en equilibrio no es nada simple, ya que está relacionada con la unión de los fenómenos físicos que se involucran, en efecto esta describe las fuerzas que las mantiene en pie y las variables que hacen que unas sean mejor que otras. En cuanto a los factores que ayudan a mantener la bicicleta en equilibrio menciona la energía cinética, siempre y cuando se mantenga en movimiento a un ritmo constante, además la dirección y la magnitud que es la energía que se produce a partir del desplazamiento de las ruedas oponiéndose a la fuerza gravitacional, fomentan la acción giroscópica de la bicicleta, por tal razón, cuando se aumenta la velocidad es mayor el movimiento angular. Así mismo, la línea recta del eje de la dirección está determinado por la horquilla de la bicicleta, esta se encuentra delante de los puntos de contacto de la horquilla, si estos tienen mayor distancia entre sí la bicicleta estará más estable, pero si esta es más corta más fácil será conducirla, así mismo otro de los conceptos de los que menciona es la resistencia al movimiento que tienen las ruedas, este está directamente relacionado con el tipo de llanta y el estado de la superficie, entre más ondulada esta es más difícil de rodar, así pues también los neumáticos delgados se han diseñado para superficies de asfalto ya que el área de contacto con la superficie es menor produciendo mayor velocidad, lo mismo pasa con los neumáticos de montaña en las superficies rugosas, debido a que el área de contacto con la superficie es menor, en sí una rueda está diseñada para resistir tanto las tensiones derivadas del pedaleo y la frenada como las irregularidades del terreno por el que se desplaza, las deformaciones de la rueda como de la superficie de contacto es lo que genera pérdida de energía a la hora de pedalear y el rayado tangencial a tracción de la misma, ayuda a dar y transmitir la fuerza de manera más eficiente. En cuanto a la velocidad de la rueda esta es

posible a la cadena de transmisión y los piñones, permitiendo que cambie esta relación de acuerdo a las necesidades del terreno, ya sea plano o con pendiente. Por otra parte, por el estrés de la bicicleta el fabricante debe tener en cuenta varios factores a la hora de construirla, como lo es el material del cuadro (estructura metálica de la bicicleta) ya que soporta una variedad de cargas estáticas y dinámicas, estas últimas varían intensamente, por esto cuando eligen el material del cuadro se tiene en cuenta la elasticidad, la fuerza de rendimiento y la fuerza necesaria para que el material falle, y dependiendo del tipo de material que utilice el fabricante determina el diseño, dependiendo del uso para la cual se va a crear la bicicleta, que puede ser ciclo montañismo, carreras, de paseo, híbrida o ruta.

Según Schwarz, M. (2022), la bicicleta es un dispositivo complejo que los investigadores aún no han terminado de averiguar totalmente, sin embargo hoy en día siguen trabajando nuevos modelos con el fin de suplir las necesidades futuras que se generan por la movilidad en las ciudades y el medio ambiente. Así mismo mencionan, las incógnitas que existen respecto al equilibrio dinámico, ya sea cuando está en movimiento sola buscando su centro de gravedad o el bamboleo que presentan cuando alcanzan altas velocidades.

### ***La bicicleta***

Según Mauricio José Schwarz (2022) en 1818 Karl Von Drais inventó la Laufmaschine, un precursor de la bicicleta moderna que evolucionó rápidamente con diseños diversos hasta que en 1880 apareció la bicicleta con transmisión por cadena. La bicicleta, aunque parece simple, es un dispositivo muy complejo que la ciencia aún no ha comprendido del todo, con fenómenos como girar a la derecha para poder girar a la izquierda, así mismo la estabilidad de la bicicleta no depende únicamente del efecto giroscópico, sino de una combinación de factores dinámicos como la dirección del manillar y la inclinación del cuerpo, el ángulo de la horquilla y el "rastreo" o "trail" son factores clave para la estabilidad de la bicicleta, algo descubierto primero mediante ensayo y error, y luego por la ciencia.

### **Ventajas de la bicicleta**

Según Bizkaia Foru Aldundia Diputación Foral (2016), la bicicleta ofrece una notable autonomía, ya que puede utilizarse en cualquier momento del día, con distintos fines y hacia diversos destinos, lo que la convierte en una opción tan cómoda como el automóvil y más flexible que el transporte público. Además, se destaca por ser un vehículo de dimensiones reducidas, ligero, ecológico y silencioso. Su conducción y estacionamiento son sencillos, y su mantenimiento es relativamente fácil debido a que no incorpora componentes de alta tecnología.

### **Marco conceptual**

En el momento de determinar las rutas de tránsito de ciclistas con mayor demanda en la ciudad de Bogotá, es fundamental tener claro los conceptos en lo que respecta al tipo de infraestructura vial, señalización y diseño de la infraestructura.

### ***Las vías***

El manual del buen ciclista (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020), hace referencia a dos disposiciones contenidas en la Ley 769 de 2002 del Código Nacional de Tránsito, orientadas a la protección de la vida de los ciclistas. La primera establece que los conductores de vehículos deben priorizar la seguridad y los derechos de peatones y ciclistas, otorgándoles prelación en la vía. La segunda señala que, en maniobras de adelantamiento, los vehículos motorizados deben mantener una distancia mínima de 1.5 metros con respecto al ciclista, como medida preventiva. En este contexto, Bogotá cuenta con una red de infraestructura ciclista que se aproxima a los 540 kilómetros, integrada por calzadas, andenes, separadores viales, alamedas, parques, ciclopuentes y ciclotúneles, espacios diseñados para ser utilizados de manera segura y responsable por la ciudadanía mediante el uso de la bicicleta como medio de transporte. (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020)

### **Clasificación de infraestructura**

La clasificación de la infraestructura vial para ciclistas según el manual del ciclista (2020), las ciclorrutas corresponden a un tramo vial o de andén de uso exclusivo para las bicicletas con la respectiva señalización y demarcación, así mismo las tipifica según su ubicación como lo es el andén, los separadores, los parques y las calzadas, esta última es un carril compartido con los vehículos motorizados. Así mismo, se encuentran los ciclotuneles y ciclopuentes, el primero permite el paso subterráneo en el cruce de vías e infraestructuras, y el segundo es el movimiento aérea de las bicicletas para el cruce de vías, infraestructuras y canales. Según la guía de ciclo-infraestructura para ciudades

Colombianas (2016) los llamados pompeyanos son plataformas elevadas, no superiores a 10 centímetros, diseñadas para reducir la velocidad vehicular y priorizar el paso seguro de peatones y ciclistas. Por su parte Galeano (2012), en la guía de ciclo-infraestructura señala que los bicicarriles corresponden a carriles exclusivos para bicicletas, usualmente integrados al sistema vial, con características específicas de segregación y señalización.

De acuerdo con la Resolución 3258 del Ministerio de Transporte (2018), mediante la cual se adopta la Guía de Ciclo-infraestructura para Ciudades Colombianas (2016), la clasificación normativa de las vías ciclistas a nivel nacional contempla principalmente dos tipos: ciclorrutas y ciclobandas. A continuación, se presentan las definiciones correspondientes y esquemas, conforme a lo establecido en dicha guía, las cuales servirán como base conceptual para el desarrollo del análisis.

Las vías ciclistas son infraestructuras destinadas exclusivamente al tránsito de bicicletas, segregadas físicamente del espacio asignado a otros actores viales, como peatones o vehículos motorizados. Estas pueden estar trazadas tanto en parques como sobre vías urbanas, e incorporan distintos elementos de separación que buscan garantizar condiciones de seguridad, continuidad y fluidez para los ciclistas.

Las ciclorrutas se caracterizan por estar segregadas mediante cambios de nivel, ya sea sobre la calzada (**Figura 1**), el andén o en un nivel intermedio (**Figura 2**). Pueden estar diseñadas para la circulación unidireccional o bidireccional, según las condiciones del entorno vial.

**Figura 1**

*Esquema de la ciclorruta en calzada*



*Nota.* Tomado de “Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas” (p. 76), por Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

**Figura 2**

*Esquema de la ciclorruta bidireccional en andenes*



*Nota.* Tomado de “Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas” (p. 76), por Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

Las ciclobandas están segregadas por medio de cambios en el pavimento, demarcaciones horizontales o dispositivos de canalización de tránsito, como hitos, bordillos o tachones. Estas pueden ubicarse al nivel de la calzada (**Figura 3**) o del andén (**Figura 4**), siempre que se garantice un ancho suficiente que permita conservar las funciones propias del andén y, al mismo tiempo, asegurar la independencia funcional de la ciclobanda respecto del tránsito peatonal.

**Figura 3**

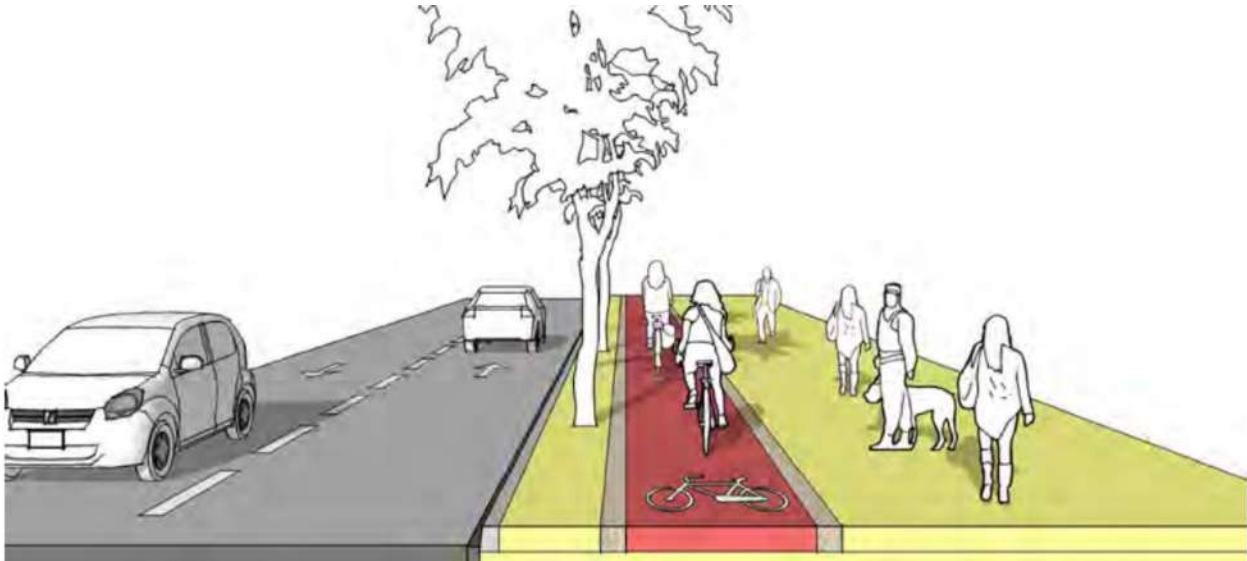
*Esquema de la ciclobanda unidireccional en la calzada*



*Nota.* Tomado de “Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas” (p. 77), por Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

**Figura 4**

*Esquema de la ciclobanda unidireccional sobre el andén*



*Nota.* Tomado de “Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas” (p. 77), por Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

### **Señalización**

Respecto a la señalización en el manual del ciclista (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020) mencionan las señales manuales y tránsito. Las señales manuales son la forma de comunicarse que tiene el ciclista con los conductores vehiculares, cuando estos necesitan dar un giro o parar, para esto es necesario ubicarse delante o detrás del vehículo motorizado, sin pasar por el costado derecho al mismo, además para hacer estos giros se deben tener en cuenta las intersecciones, el cambio de los semáforos, la prelación al peatón y a quien tiene la vía, la disminución de velocidad y la comunicación con otros conductores, así mismo en algunas intersecciones de la ciudad existe un cajón bici, esta es un área demarcada sobre la intersección vial al servicio de la existencia de ciclorrutas de calzada, cuya función es prestar refugio, seguridad y visibilidad al ciclista, con relación a los demás conductores, durante la señal

de luz roja, igualmente si el vehículo esta estacionado en la vía, a la hora de adelantarlo también se deben utilizar las señales manuales y dejar por los menos 1.5 metros de distancia, siempre y cuando el tráfico permita hacer el sobrepaso, si el vehículo se encuentra en movimiento es necesario tener en cuenta visibilidad con el conductos y ubicarse a una distancia prudente especialmente cuando son vehículos grandes. Respecto a las señales de tránsito se encuentran de dos tipos, verticales y horizontales, las verticales están diseñadas para indicar reglas, información y prevenciones, en cuanto a las horizontales estas indican la demarcación del tránsito, los espacios compartidos y áreas de resguardo.

### **Diseño de la ciclo-infraestructura**

Según la guía de ciclo-infraestructuras (Galeano, 2012) es vial para este propósito se tome de manera integral donde se incluya población, espacio de ciclo-parqueo y espacios complementarios, de igual manera las ciclorrutas tienen beneficios significativos tales como: el ahorro de costos y construcción, disfrutar del espacio público de la ciudad, la bicicleta es un elemento de transporte económico de fácil acceso y manipulación, la bicicleta ayuda a reducir la congestión de la ciudad, ayuda a mitigar los niveles de polución atmosférica y sonora, mejora la fluidez del tráfico, impulsa el reordenamiento ambiental, el ciclista tiene un mayor contacto con el espacio natural y urbano, promueve la actividad física aumentando la prevención de enfermedades y disminuye el nivel de estrés de los ciclistas.

En cuanto al diseño de la ciclo-infraestructura es fundamental tener en cuenta los lineamientos de diseño que tener componentes dinámicos y estáticos (Galeano, 2012). Respecto a los componentes dinámicos se encuentra el ciclousuario, consecuentemente el diseño debe permitir que este use la menor cantidad de energía, tener en cuenta el efecto succión de los vehículos de carga pesada, las corrientes de aire, el espacio de maniobra en caso de necesitarlo, todo esto para que el ciclista pueda

mantener la estabilidad y llevándolo a controlar la velocidad e impulso, también debe tener en cuenta el tipo de bicicleta, ya sea de turismo, montaña o carga. Para los componentes estáticos se encuentra la red y demanda, velocidad de operación y diseño, la inclinación del terreno, el uso de sobreechamientos, y las distintas configuraciones tipológicas de las ciclorrutas, aspectos de superficie de rodamiento, intersecciones y señalización de la ciclorruta.

### ***Red y demanda***

Según la guía de ciclo-infraestructura (Galeano, 2012), es indispensable contemplar diversos aspectos en la planificación de la red, entre ellos: los sistemas de tráfico actuales, las características socioeconómicas de la población, la prioridad y uso de los diferentes modos de transporte, el comportamiento de los usuarios de la vía frente a la bicicleta, el clima, las condiciones geográficas y las estructuras morfológicas del entorno. Entre los principales requisitos que debe cumplir una red, se destacan la coherencia en términos de continuidad y conectividad, así como un diseño y operación directos que minimicen el consumo energético. También se debe prestar atención a las condiciones físicas y sociales del territorio, con el fin de garantizar seguridad, comodidad y bienestar para los ciclistas. Adicionalmente, los criterios de demanda permiten identificar los corredores estratégicos — tanto primarios como secundarios— adecuados para la implementación de ciclorrutas, a partir de un estudio que contempla la estimación de los viajes, la distribución modal y la clasificación de la matriz origen-destino según el volumen de ciclistas. (Galeano, 2012).

### ***Velocidad de operación y diseño***

La velocidad considerada en el diseño vial condiciona el trazado geométrico, afectando el radio y peralte de las curvas, las distancias mínimas requeridas para la visibilidad, y también influye en la definición del ancho de la calzada. De acuerdo con la Guía de ciclo-infraestructura, se recomienda que esta velocidad de diseño oscile entre 25 y 30 km/h. Por su parte, la velocidad de operación, que

corresponde a la velocidad real a la que se desplazan los ciclistas en entornos urbanos, suele ser inferior, situándose habitualmente entre los 15 y 20 km/h. (Galeano, 2012).

Según la guía de ciclo-infraestructura (Galeano, 2012), el desarrollo de la red debe considerar aspectos como los sistemas de tráfico actuales, las características socioeconómicas de la población, la prioridad y uso de los vehículos, el comportamiento de los actores viales frente a la bicicleta, las condiciones climáticas, las características geográficas y la morfología del territorio. Entre los requisitos fundamentales de una red se destacan la coherencia en términos de continuidad y conectividad, así como un diseño eficiente que permita reducir el consumo energético. También es esencial incorporar elementos físicos y socioculturales del entorno que contribuyan al bienestar del ciclista, garantizando seguridad y comodidad en el tránsito. Asimismo, los criterios de demanda permiten identificar los corredores primarios y secundarios más adecuados para la implementación de ciclorrutas, a partir de un análisis que contempla inicialmente la determinación de los viajes, seguido por la distribución modal y, finalmente, por la asignación de categorías a las matrices origen-destino, según el volumen de ciclistas. (Galeano, 2012).

### ***Pendientes máximas y sobreanchos***

En el momento de definir la pendiente de una ciclorruta es fundamental tener en cuenta la del terreno, ya que esta tiene un efecto significativo sobre la estructura a diseñar, en lo posible el diseño no debe superar el 6% de pendiente, en efecto provoca fatiga en el ciclista y desanima la utilización de la ciclo-infraestructura (Galeano, 2012).

### ***Movilidad sostenible***

Para Chargeverse (2023), la movilidad sostenible se basa en la adopción de formas de transporte que reduzcan significativamente la huella ecológica y optimizan los recursos naturales. Sus beneficios

son amplios, mejorando el medio ambiente, la salud, la economía y la calidad de vida en general.

Consecuentemente da a conocer los siguientes beneficios:

- Mejora la calidad del aire:
- Ahorro de energía y recursos:
- Reducción del tráfico y la congestión
- Promoción de la actividad física
- Reducción del ruido:
- Creación de empleo
- Mejora la seguridad vial
- Ahorro económico
- Contribución a la lucha contra el cambio climático

Según Bejarano (2024), se fundamenta fomentar alternativas como caminar, andar en bicicleta y utilizar el transporte público, disminuyendo la congestión vial y la contaminación en las ciudades, para lograr este objetivo requiere una planificación urbana integral que garantice el acceso equitativo y seguro al transporte para todos, incorporando infraestructura adecuada para peatones, ciclistas y transporte público. Empresas como Sitt y Cía líderes en tecnología y transporte, han colaborado con gobiernos locales para diseñar e implementar planes que priorizan estos principios, asegurando que la totalidad de los elementos que conforman el sistema de movilidad trabajen de manera conjunta hacia una mayor sostenibilidad. Además, la educación y la concientización son fundamentales. Las campañas promovidas por Sitt y Cía han cambiado hábitos de movilidad, impulsando el uso de opciones ecológicas, entre estas alternativas destacan los vehículos eléctricos, que reducen las emisiones y mejoran la calidad del aire, y la movilidad inteligente, basada en vehículos compartidos y autónomos, que optimizan el uso

de recursos y reducen la congestión urbana. En definitiva, la transición hacia la movilidad sostenible es una responsabilidad compartida entre ciudadanos, empresas y gobiernos. (Bejarano (2024).

### ***Sistemas de información geográficos***

Según IDECA (par. 1), los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son esenciales en Bogotá para gestionar y analizar datos espaciales, lo que facilita decisiones informadas en áreas como planificación urbana, movilidad y gestión ambiental. La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA) ofrece acceso a más de 360 conjuntos de datos oficiales sobre la ciudad, abarcando infraestructura vial, servicios públicos y medio ambiente. Esta plataforma abierta y accesible fomenta el fortalecimiento de la gestión pública abierta y el compromiso cívico al facilitar que tanto el gobierno como la ciudadanía consulten y utilicen información geográfica.

### **Infraestructura de los datos espaciales**

Según Catastro Bogotá (2021), IDECA fomenta la colaboración entre entidades productoras y usuarios de información, asegurando a la ciudadanía el acceso a datos geográficos de la ciudad a través de plataformas como el portal de datos abiertos y Mapas Bogotá. IDECA articula la información geográfica con representaciones cartográficas, facilitando su acceso por parte de la ciudadanía y promoviendo la interacción con las entidades gubernamentales, a incluir temas como sociedad, economía, medio ambiente, movilidad, infraestructura, servicios públicos y gestión pública (Catastro, 2021). Esto impulsa la creación de políticas sectoriales y la planificación territorial para mejorar la calidad.

### **Datos geográficos**

Los datos geográficos se gestionan a través de una plataforma en línea diseñada para facilitar la generación, validación, difusión y actualización de elementos espaciales. Su propósito principal es

establecer identificadores y definiciones compartidas que permitan construir un marco común para el desarrollo de sistemas de información distrital. Esta estructura resulta esencial para gestionar datos geográficos, ya que permite identificar el sistema de referencia empleado, posibilitando comparaciones y estadísticas estandarizadas que mejoran la precisión de la información (IDECA, s.f., párrs 1-2).

### ***Datos abiertos***

Según El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC, 2021), los datos abiertos son información de carácter público que cualquier persona puede utilizar, reutilizar y compartir sin restricciones legales relevantes. En Colombia, la Ley 1712 de 2014 establece que estos datos deben presentarse en formatos estándar e interoperables para facilitar su acceso y uso. La apertura de datos tiene como objetivo promover la transparencia en la gestión gubernamental, incentivar la participación ciudadana y posibilitar el desarrollo de nuevos servicios y soluciones a desafíos públicos, entre sus beneficios se destacan el fortalecimiento de la rendición de cuentas, el empoderamiento comunitario y el impulso a la innovación mediante el aprovechamiento (Bejarano, 2024). Así pues, “En Colombia se cuenta con la plataforma [www.datos.gov.co](http://www.datos.gov.co) donde actualmente más de 1000 unidades estatales han publicados más de 4000 conjuntos de datos abiertos, con el objetivo de fomentar la transparencia gubernamental” (Ministerio TIC Colombia, 2021).

Así mismo, la Guía para el uso y aprovechamiento de Datos Abiertos en Colombia (2019), define varios principios y características esenciales para la apertura de datos. Entre estos principios se destacan: la apertura por defecto, donde la información debe publicarse desde su origen; la comparabilidad e interoperabilidad, que facilita la comparación entre sectores y períodos; la oportunidad y completitud, garantizando que los datos sean pertinentes y útiles; la accesibilidad y usabilidad, asegurando que sean gratuitos y bajo licencias abiertas; y el refuerzo de la gobernanza y la participación ciudadana, promoviendo la transparencia y el control social. También promueven la

transparencia, mejora la toma de decisiones, fomentan la innovación y permiten fortalecer la vigilancia ciudadana respecto a las acciones del Estado. Unos de los formatos más comunes de los datos abiertos son:

- CSV (Valores Separados por Coma)
- XML (Lenguaje Etiquetado Extensible)
- RDF (Infraestructura para Descripción de Recursos)
- RSS (Sindicación Realmente Sencilla):
- JSON (Notación de objetos Javascript)
- ODF (Formato de Documento Abierto para Aplicaciones Ofimáticas)
- WMS (Servicio Web de Mapas)
- WFS (Servicio Web de características)

Asimismo, el consorcio geoespacial abierto desarrolló unos estándares características específicas y métodos propios para la transferencia de información geográfica a través de internet, los cuales en este documento se tiene en cuenta dos de estas son; “WFS: para obtener y editar entidades geográficas y atributos, orientado a capas de tipo vectorial” y “WMS: se trata de un servicio ideado para obtener mapas y capas en forma de imagen” (Cofre y Gallardo, 2023, p. 37) para la recopilación de la información existente. El primero permite descargar información que se almacena en un programa y el segundo nos da información que podemos visualizar e interpretar.

### **Servicios web geográficos**

Según Jaime Nieves de ESRI (2012), “los servicios geográficos es la forma en la que el contenido geográfico local (capas de información simbolizadas y superpuestas para formar mapas) puede exponerse para que sea accesible a través de internet”, definidos por el Open Geospatial Consortium (OGC), estos servicios aseguran la interoperabilidad entre diferentes plataformas tecnológicas,

facilitando el intercambio y el uso eficiente de datos geográficos, lo cual son fundamentales para el desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), ya que permiten a las instituciones compartir y utilizar información geográfica siguiendo estándares comunes, lo que mejora la gestión de datos y fomenta la colaboración entre entidades y usuarios (ESRI, 2012).

### **Tipos de servicios Web Geográficos**

A continuación, se describen los principales tipos de servicios web geográficos:

Según Junta de Andalucía (2024), Web Map Service (WMS) facilita la visualización de mapas creados dinámicamente a partir de datos geográficos, entregados en formatos de imagen como PNG, GIF o JPEG. WMS es popular por su simplicidad y eficacia al permitir la superposición de capas de información geográfica en mapas digitales.

Para Pedraza (2010), Web Feature Service (WFS) ofrece acceso a datos vectoriales, permitiendo a los usuarios consultar y descargar elementos geográficos y sus atributos en formatos como GML o shapefile. Además, las versiones transaccionales (WFS-T) posibilitan la edición y actualización de dichos datos.

Según Pedraza (2010), Web Coverage Service (WCS) da acceso a datos ráster, permitiendo consultar y descargar coberturas espaciales, como imágenes satelitales o modelos digitales del terreno.

Según Pedraza (2010), Catalog Service for the Web (CSW) permite buscar y recuperar metadatos de recursos geográficos, ayudando a los usuarios a localizar información relevante sobre conjuntos de datos disponibles en distintos servidores.

### **Tableros de control**

Según Pensemos, los tableros de control en Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas diseñadas para visualizar y analizar datos geoespaciales de forma eficiente. Estas

plataformas facilitan la toma de decisiones fundamentadas en diferentes ámbitos, como la planificación urbana, la gestión sostenible de recursos naturales y el monitoreo de proyectos en tiempo real.

Asimismo, un tablero de control bien diseñado debe ser visualmente claro, integrando gráficos, indicadores y símbolos fáciles de interpretar que permitan al equipo analizar la información de manera eficiente. Además, debe centralizar en una sola plataforma los indicadores más relevantes y el progreso de los proyectos, utilizando herramientas interactivas como gráficas de avance y semáforos de cumplimiento para facilitar la toma de decisiones efectivas.

### ***Aplicaciones de campo para captura de información geográfica***

Para Mettatec (2023), las aplicaciones de campo para la recopilación de información geográfica son herramientas creadas para simplificar la obtención y gestión de datos geoespaciales directamente en el terreno. Permiten a los usuarios emplear dispositivos móviles, como smartphones y tablets, para registrar datos de forma eficiente y precisa. A continuación, se describen las aplicaciones utilizadas en este proyecto:

**ArcGIS Online:** según ESRI es una plataforma en la nube diseñada para crear y compartir mapas y aplicaciones, que integra herramientas para realizar análisis espacial, visualizar datos y colaborar de forma remota. Su principal ventaja es que simplifica el acceso a información geoespacial, permitiendo a los usuarios trabajar juntos en proyectos desde cualquier ubicación con conexión a internet.

**ArcGIS Pro:** según ESRI este software de escritorio avanzado para sistemas de información geográfica (SIG) está diseñado para realizar análisis complejos, modelado en 3D y visualización detallada de datos, además de ofrecer soporte para integrar información en tiempo real. Su principal ventaja es brindar herramientas robustas y especializadas, ideales para profesionales que necesitan llevar a cabo análisis precisos y generar visualizaciones avanzadas de datos geoespaciales.

**ArcGIS Survey123:** según ESRI esta herramienta está diseñada para crear encuestas y formularios personalizados que simplifican la recolección de datos en campo. Su principal beneficio es permitir a los usuarios recopilar información estructurada de forma práctica y eficiente, lo que la hace especialmente útil para realizar censos, estudios sociales y proyectos relacionados con el medio ambiente.

**ArcGIS Dashboards:** para ESRI esta herramienta permite visualizar información clave a través de paneles interactivos que destacan métricas y tendencias geoespaciales. Su principal ventaja es ofrecer a los tomadores de decisiones una perspectiva clara y precisa sobre el estado actual de proyectos o situaciones específicas, facilitando la evaluación y la adopción de decisiones fundamentadas en datos.

### **Marco geográfico**

Según Wikipedia (2024), Bogotá, capital de Colombia, se localiza en las coordenadas 4°36'35"N y 74°04'54"O, en la región central del país, concretamente en la sabana de Bogotá, parte del altiplano cundiboyacense. Con una altitud promedio de 2.582 metros sobre el nivel del mar, es reconocida como la tercera capital con mayor elevación geográfica a nivel internacional. Su extensión territorial abarca 1.636,35 km<sup>2</sup>, de los cuales 378,56 km<sup>2</sup> compete al área urbana. En 2024, la población estimada asciende a 8.034.649 habitantes, generando una tasa de densidad demográfica de 4.907,45 hab/km<sup>2</sup>. Además, la ciudad presenta un clima oceánico, caracterizado por temperaturas moderadas durante todo el año, favoreciendo condiciones climáticas estables

### **Mapa de referencia**

Según Datos Abiertos Bogotá (2024):

El Mapa de Referencia es el conjunto organizado de datos espaciales básicos, requeridos por la Administración Distrital y la sociedad en general. Está compuesto por 37 niveles de información estandarizados, una orto-imagen, un Modelo Digital de Terreno y un Modelo Digital de

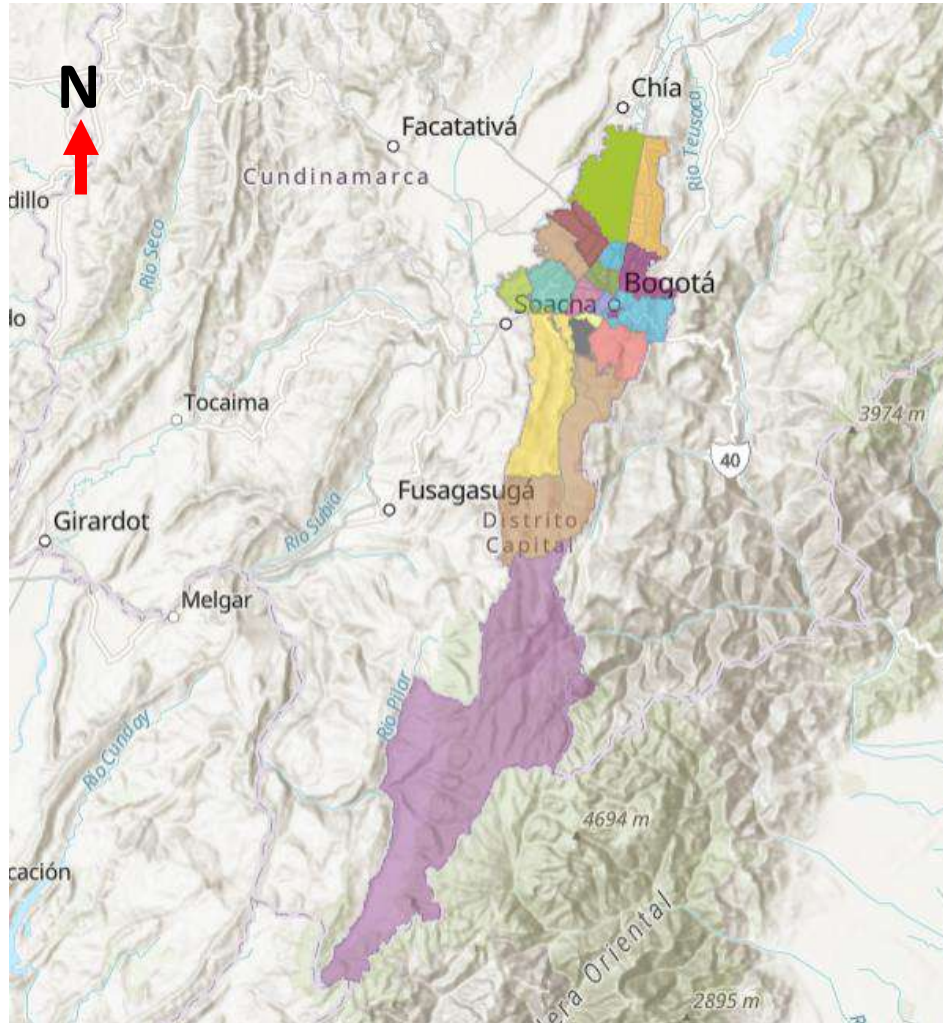
Superficie para Bogotá y Sumapaz. Su propósito es el de garantizar la unificación de la cartografía bajo estándares mínimos de calidad para integrar, intercambiar y usar la información de Bogotá. Su consolidación es resultado del trabajo conjunto entre las entidades de: Secretaría Distrital de Planeación-SDP, Secretaría Distrital de Movilidad-SDM, Instituto de Desarrollo Urbano-IDU, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P.-EAAB, Servicios Postales Nacionales S.A., 4-72, Transmilenio S.A. y la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital-UAECD. Representa los datos fundamentales del territorio Distrital, del área urbana y rural, tales como: catastro, hidrografía, entidades territoriales y de planeamiento, topografía, transporte, nombres geográficos y social.

### ***Localidades***

Según la Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte (2022), Bogotá está organizada en 20 localidades, cada una con su propio alcalde menor y una Junta Administradora Local (JAL), lo que facilita una gestión descentralizada y cercana a las necesidades de la comunidad. Dicha configuración posibilita brindar a la población una extensa red de servicios públicos, abarcando infraestructura vial, espacios recreativos y suministro de bienes, promoviendo un desarrollo urbano más eficiente y equitativo, contando con espacios culturales y recreativos que enriquecen la vida urbana de Bogotá, que simultáneamente promueve el involucramiento de la población en la gestión local y el desarrollo comunitario. Ver **Figura 5**

Figura 5

Localidades de Bogotá



Adaptado de ArcGis online por Monroy, 2024.  
(<https://ugrancolombia.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=4317554a91954e9e9d724798b6002e78>)

### Marco normativo

Para el desarrollo del diagnóstico de las rutas más utilizadas por los ciclistas en el contexto urbano de Bogotá resulta fundamental considerar la normativa legal que contempla, que tiene los lineamientos establecidos hasta la fecha en lo que respecta a la ciclo-infraestructura.

***Decreto 313 de 1955***

A partir del presente Decreto (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 1955, Arts 1-5), las licencias para conducir bicicletas en Bogotá se dividen en dos categorías: Primera Categoría (profesionales) y Segunda Categoría (aficionados) (Artículo 1). Para la Primera Categoría, se requiere tener al menos 15 años, usar la bicicleta como herramienta de trabajo y cumplir los requisitos establecidos, mientras que, para la Segunda Categoría, se exige autorización del tutor y una caución de \$500 para responder por posibles daños (Parágrafo del Artículo 1). Los ciclistas aficionados tienen restricciones: no pueden circular en áreas comerciales y vías principales, como Chapinero (Artículo 2), ni transitar entre las 6 p.m. y las 6 a.m. (Artículo 3). Además, todos los ciclistas deben detenerse en intersecciones (Artículo 4) y cumplir las normas de tránsito vigentes, siendo sancionados según el Decreto 312 de 1955 (Artículo 5).

***Fallo 71 de 2001***

De acuerdo con lo estipulado por Hoyos (2001), este fallo aborda aspectos fundamentales sobre el diseño y utilización de bicicletas en el contexto de la infraestructura vial en Colombia. Este fallo resalta la necesidad de crear un entorno seguro y eficiente para los ciclistas, enfatizando que las vías deben ser planificadas y diseñadas con criterios de accesibilidad, atractivo y comodidad. Se subraya la importancia de integrar la infraestructura ciclista con otros medios de transporte, garantizando la seguridad tanto de los ciclistas como de otros usuarios de la vía. Además, se mencionan principios básicos de diseño que deben ser considerados, como las distancias adecuadas y la superficie adecuada que garantice la circulación segura de los ciclistas. Este enfoque busca fomentar la utilización de la bicicleta como opción viable y segura en zonas urbanas y rurales, contribuyendo así a una movilidad sostenible.

***Acuerdo 73 de 2002***

Según Arrieta (2002), este acuerdo regula aspectos clave relacionados con la movilidad y la utilización de la bicicleta en Bogotá. El Artículo 1 promueve la bicicleta como un medio de transporte sostenible, resaltando su papel en el progreso de la movilidad urbana y la disminución del tráfico. En el Artículo 2, se asignan a las autoridades locales la responsabilidad de implementar políticas que impulsen su uso, incluyendo el desarrollo de infraestructura como ciclovías y estacionamientos seguros. Por último, el Artículo 3 subraya la importancia de campañas educativas y de sensibilización para fomentar el respeto hacia los ciclistas y las normas de tránsito, promoviendo una convivencia armónica entre todos los usuarios de las vías.

***Ley 769 de 2002***

Según el Consejo de la Republica de Colombia (2022, Arts. 94-96), esta ley regula el uso de bicicletas y motocicletas en los Artículos 94, 95 y 96. El Artículo 94 define normas generales para ciclistas y motociclistas, prohibiéndoles transitar por aceras o áreas destinadas a peatones y exigiendo el respeto a las señales de tránsito. También define la obligatoriedad del uso del casco tanto para quienes conducen como para los pasajeros, cuya falta puede resultar en la inmovilización del vehículo. El Artículo 95 detalla las condiciones de seguridad necesarias para estos vehículos, incluyendo el uso de dispositivos reflectivos y luces adecuadas, y recalca la responsabilidad del propietario en su mantenimiento. Por último, el Artículo 96 describe las sanciones para quienes incumplan estas disposiciones, imponiendo multas y penalizaciones destinadas a promover el cumplimiento de las normas de tránsito y asegurar la protección vial.

***Acuerdo 87 de 2003***

De acuerdo con lo estipulado por López (2003, Arts. 1-4), en este acuerdo mencionan la regulación del uso de espacios destinados al transporte alternativo, como las bicicletas, a través de disposiciones específicas en sus artículos. El Artículo 1 establece como objetivo principal promover el empleo de la bicicleta y otros medios de transporte alternativo, integrándolos en la movilidad urbana y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental. El Artículo 2 asigna a la administración distrital la responsabilidad de crear y mantener infraestructura adecuada, como ciclorrutas y estacionamientos, para garantizar un uso seguro y eficiente. Por su parte, el Artículo 3 enfatiza la importancia de campañas pedagógicas para sensibilizar a la ciudadanía sobre el respeto a los ciclistas y las normas de tránsito, fomentando una cultura de convivencia vial. Finalmente, el Artículo 4 dispone la implementación de mecanismos que aseguren la conectividad entre distintos modos de transporte, facilitando el acceso y funcionalidad de estos espacios alternativos para todos los ciudadanos.

***Acuerdo 236 de 2010***

Según el Consejo de Bogotá (2006, Arts, 1-4), allí se regula el uso de bicicletas eléctricas en la red de ciclorrutas de Bogotá mediante disposiciones claras. El Artículo 1 autoriza su circulación en las ciclorrutas, siempre que cumplan condiciones técnicas como una velocidad máxima específica y un sistema de asistencia al pedaleo. El Artículo 2 exige a los usuarios acatar las normas de tránsito, las señales viales y utilizar casco de seguridad de manera obligatoria. El Artículo 3 prohíbe la circulación de bicicletas eléctricas por aceras o áreas destinadas a peatones, priorizando la seguridad de todos los usuarios. Finalmente, el Artículo 4 asigna a la Secretaría Distrital de Movilidad la responsabilidad de regular y supervisar su uso, además de desarrollar campañas educativas para informar y fomentar un uso responsable y seguro.

***Acuerdo 288 de 2010***

Basado en el Acuerdo descrito por el Concejo de Bogotá (2010), se establece que las bicicletas eléctricas son consideradas como un medio de transporte alternativo y deben cumplir con ciertos requisitos para su uso en las ciclorrutas. En particular, se indica que estas bicicletas deben tener una potencia máxima del motor de 750 watts y no superar una velocidad de 25 km/h, asegurando así la protección de los ciclistas y otros usuarios de la vía. Además, se enfatiza la obligación de que los ciclistas utilicen casco y respeten las normas de tránsito. El acuerdo también menciona que la Secretaría Distrital de Movilidad es responsable de reglamentar y supervisar el uso de estas bicicletas, promoviendo su integración en el sistema de transporte urbano y fomentando su uso como una alternativa sostenible.

***Resolución 209 de 2019***

Según Bocarejo (2019), la resolución establece un instrumento de gestión que regula el uso económico de las áreas públicas de la ciudad mediante actividades relacionadas con el uso de bicicletas, incluyendo su alquiler y préstamo. Este protocolo regula las condiciones bajo las cuales se pueden llevar a cabo estas actividades, asegurando que se realicen de manera ordenada y segura. Se requiere que los operadores obtengan permisos específicos y cumplan con requisitos como la presentación de una estrategia estructurada para fortalecer la seguridad vial, que garantice la capacitación de usuarios y el mantenimiento adecuado de las bicicletas. Además, se enfatiza la importancia de no interferir con el tránsito peatonal y otros usos del espacio público. La resolución tiene como objetivo fomentar el desplazamiento en bicicleta como alternativa sustentable de movilidad urbana, al tiempo que respalde la seguridad y el bienestar de los ciudadanos en el espacio público.

***Acuerdo 761 de 2020***

De acuerdo con lo estipulado por el Consejo de Bogotá (2020), el acuerdo establece las acciones administrativas, operativas y técnicas necesarios para instauración del Sistema de Bicicletas Públicas en Bogotá, en línea con lo definido en el Artículo 13 del Decreto Distrital 596 de 2014. Este acuerdo destaca la importancia de diseñar un sistema que promueva la utilización de la bicicleta como alternativa de movilidad ambientalmente responsable, y asigna a la Secretaría Distrital de Movilidad la responsabilidad de liderar la planificación y ejecución del sistema. Se contempla el desarrollo de un sistema unificado de información relacionado con el parque de bicicletas urbano sobre las bicicletas en la ciudad, que será obligatoria para los propietarios, y se establece un plazo de doce meses para el registro de bicicletas no registradas. Además, se enfatiza la necesidad de garantizar la incorporación de la perspectiva de género en los procesos de diseño y estructuración del sistema, asegurando que las mujeres tengan acceso y seguridad al utilizar bicicletas. El acuerdo también menciona la importancia de establecer alianzas con el sector privado para facilitar la financiación y operación del sistema, así como la implementación de campañas educativas para promover el uso responsable y seguro de las bicicletas en la ciudad.

***Acuerdo 827 de 2021***

Basado en el Acuerdo descrito por el Consejo de Bogotá (2021), se fomenta la utilización de la bicicleta como opción clave y preferente en contextos de intervención urbana e implementación de proyectos de infraestructura. Este acuerdo establece que las autoridades deben garantizar la implementación de medidas que faciliten el tránsito seguro de ciclistas en las áreas donde se realicen obras, asegurando que las ciclorrutas sean adecuadamente señalizadas y mantenidas. Además, se requiere que los proyectos de infraestructura incluyan planes para la integración de la bicicleta dentro del esquema integral de transporte urbano, promoviendo su uso en combinación con otros medios de transporte. El acuerdo también enfatiza la necesidad de realizar estrategias pedagógicas para informar a

la ciudadanía sobre el significado del uso de la bicicleta y su contribución a la sostenibilidad ambiental y a la reducción del tráfico en Bogotá.

***Decreto 294 de 2021***

De acuerdo con lo estipulado por López (2021), el decreto establece la iniciativa Rutas Seguras para Ciclistas en Bogotá, con el objetivo de promover la seguridad y la movilidad de los ciclistas en la ciudad. Este decreto define las rutas seguras como aquellas que se diseñan y mantienen específicamente para garantizar un tránsito seguro para los ciclistas, integrando medidas de señalización adecuada y mantenimiento regular de la infraestructura. Además, se contempla la implementación de campañas de sensibilización dirigidas a todos los usuarios de la vía, promoviendo el respeto por los ciclistas y las normas de tránsito. El decreto también resalta la importancia de ampliar y conectar la red de ciclorrutas existentes, asegurando que estas rutas sean accesibles y funcionales, contribuyendo así a un incremento en la adopción de la bicicleta con fines de movilidad cotidiana sostenible. La estrategia busca no solo mejorar la vivencia de los ciclistas, sino también fomentar una cultura de seguridad vial en Bogotá.

***Ley 2222 de 2022***

Según el Consejo de la Republica de Colombia (2022), el objetivo de esta ley es promover el uso seguro y sin accidentes de la bicicleta en Colombia, fortaleciendo la comprensión de la normativa vial y de las directrices establecidas en materia de seguridad en el tránsito. En su Artículo 1, se establece que se debe fomentar la intervención activa de grupos pertenecientes a poblaciones en condición de vulnerabilidad, como los ciclistas, en la Agencia Nacional de Seguridad Vial para mitigar los incidentes viales. El Artículo 2 incluye la obligación de que los cursos de educación vial incorporen contenidos que promuevan el respeto hacia los usuarios de bicicletas. Además, el Artículo 4 señala que en la formulación del Plan Nacional de Seguridad Vial 2022-2032 se debe incluir un capítulo especial dedicado

al ciclista, con diagnósticos y lineamientos para proteger a este grupo vulnerable. Por último, el Artículo 6 establece que la educación vial será obligatoria en los niveles preescolar y básico, con un enfoque especial en la utilización adecuada y segura de la bicicleta. Esta ley busca crear un entorno más seguro para los ciclistas y fomentar su integración en el sistema de movilidad del país.

***Acuerdo 873 de 2023***

Basado en el Acuerdo descrito por el Consejo de Bogotá (2023), allí se establecen los lineamientos para el fortalecimiento del Registro Bici en Bogotá, promoviendo el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible. Este acuerdo busca mejorar la seguridad y la identificación de las bicicletas registradas, facilitando su recuperación en caso de robo. Se enfatiza la importancia de crear campañas de sensibilización para incentivar a los ciudadanos a registrar sus bicicletas, con el objetivo de alcanzar una mayor cobertura en el registro. Además, se proponen medidas para garantizar que el sistema de Registro Bici sea accesible y eficiente, fomentando así un entorno más seguro para los ciclistas en la ciudad. El acuerdo también contempla la colaboración entre diferentes entidades distritales para implementar estas estrategias y mejorar la infraestructura ciclista, contribuyendo a una movilidad más sostenible y segura en Bogotá.

***Resolución 20233040009675 de 2023***

De acuerdo con lo estipulado por el Ministerio de transporte (2023), esta resolución establece los mecanismos para la reintegración de bicicletas y bicicletas con pedaleo asistido, promoviendo su uso como medio de transporte sostenible. Esta normativa regula el procedimiento a seguir cuando una bicicleta es retirada por las autoridades, disponiendo que el propietario sea notificado y cuente con un plazo determinado para reclamarla. En caso de no hacerlo, la bicicleta será entregada a la autoridad territorial correspondiente. Asimismo, la resolución subraya la necesidad de que los usuarios cumplan con las normas de tránsito y seguridad establecidas en el Código Nacional de Tránsito, incentivando un

uso responsable y seguro. Finalmente, destaca el papel fundamental de las bicicletas en la reducción del impacto ambiental y la mejora de la movilidad urbana, alineándose con políticas públicas que promueven su adopción.

### Aspectos Metodológicos

La investigación tiene un enfoque mixto debido a que consiste en recopilar, identificar y analizar información secundaria con variables cualitativas como cuantitativas, para obtener resultados en cuanto a conectividad, infraestructura vial, aprovechamiento, utilidad en la movilidad de la ciudad a partir de la utilización de la bicicleta.

El tipo de investigación es evaluativa, ya que se busca determinar las rutas más utilizadas por los ciclistas en la ciudad de Bogotá y su caracterización a partir infraestructura vial preferente, relación de siniestralidad y accidentalidad a partir de información secundaria mediante servicios web geográficos.

Las fases de la investigación son las siguientes:

- Fase 1. Consulta de información secundaria
- Fase 2. Consolidación de datos en entorno SIG
- Fase 3. Definir los puntos neurálgicos
- Fase 4. Análisis de la infraestructura vial
- Fase 5. Establecer las rutas con mayor demanda

#### **Fase 1. Consulta de información secundaria**

En esta etapa de investigación se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Descargar bases de datos de accidentalidad, siniestralidad, ciclo-infraestructura, ciclovías y cicloparqueaderos y sensores para bicicletas.
- Validar la calidad de los datos.

## Fase 2. Consolidación de datos en entorno SIG

Con el fin de recopilar la investigación se realizaron las siguientes actividades:

- Subir las capas de la información encontrada en ArcGis Pro
- Limpiar los datos.
- Cargar las capas en ArcGIS Online, se crearon tableros de control organizados por temática: sensores, ciclo-infraestructura, ciclovías y cicloparqueaderos
- Se crea una encuesta en Survey123 para que los usuarios aporte información de sus rutas transitadas (ver Anexos E)

## Fase 3. Definir los puntos neurálgicos

Para identificar los puntos neurálgicos de tránsito ciclista en la ciudad, se desarrollaron las siguientes actividades:

- En ArcGIS se crea un mapa llamado “Conectividad” con las capas de localidades y ciclo-infraestructura.
- Se crean capas de las rutas congestionadas y recomendadas según la información del planteamiento del problema, para agregarlas al mapa de conectividad.
- Se identifican intersecciones entre la ciclo-infraestructura y las vías con alta congestión.
- Se identifican zonas de alta actividad, como parques grandes, universidades y centros comerciales.
- Se crea una capa de los puntos neurálgicos para agregarla al mapa de conectividad, teniendo en cuenta los aspectos ya identificados.
- Se creó una relación espacial entre la capa de localidades y los puntos neurálgicos, para hacer el conteo de los puntos neurálgicos por localidad.

#### **Fase 4. Análisis de la infraestructura vial**

Para examinar las características de la infraestructura vial y su relación con los eventos viales, se llevaron a cabo las siguientes actividades aplicadas tanto al análisis de la accidentalidad como al de la siniestralidad:

- En ArcGis Pro se crearon dos proyectos cada uno con una capa de intersección: una entre siniestralidad y ciclo-infraestructura, y otra entre accidentalidad y ciclo-infraestructura. El objetivo fue generar un mapa de calor que permitiera identificar las zonas con mayor concentración de incidentes. Para garantizar la precisión espacial del análisis, se verificó que las coordenadas estuvieran en unidades métricas.
- Hacer una relación de espacio con un análisis de proximidad para obtener los datos del tipo de ciclo infraestructura en la que ocurrieron los eventos.
- Extraer la densidad de eventos en la ciclo-infraestructura convirtiendo la capa de ciclo infraestructura en puntos, para extraer los valores del mapa de calor en estos, así obtener el promedio de siniestros por ciclo-infraestructura, máximos y mínimos
- Graficar la infraestructura vial con los indicadores encontrados
- Analizar la infraestructura vial y su incidencia en los indicadores encontrados

#### **Fase 5. Establecer las rutas con mayor demanda**

En esta etapa de investigación se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- En ArcGis Pro se ponen las capas de siniestralidad, accidentalidad, puntos neurálgicos y resultados de encuesta a usuarios en Survey123.
- Verificar que todas las capas estén en las mismas coordenadas
- Crear un mapa de calor para la capa de resultados de encuesta a usuarios.

- La capa de la encuesta se pasa de líneas a puntos
- Se interceptan las capas de siniestralidad y accidentalidad con la capa de los puntos neurálgicos, para crear una capa para cada una.
- Seleccione las localidades afectadas por factores causales que se llevo a cabo en el análisis de siniestralidad, para mirar cómo se cruza esta información con la intercepción anterior.
- Se creo una capa de las rutas con mayor demanda.
- Con la capa de las rutas se hace un polígono de las zonas de influencia para luego interceptarlo con la capa de ciclo-infraestructura, y así obtener el tipo de ciclo-infraestructura de las rutas con mayor demanda.
- Limpio la capa de la ciclo-infraestructura de las rutas con mayor demanda
- Crear una gráfica entre el tipo de ciclo-infraestructura y la longitud de esta, para las rutas con mayor demanda.
- Analizar los resultados.

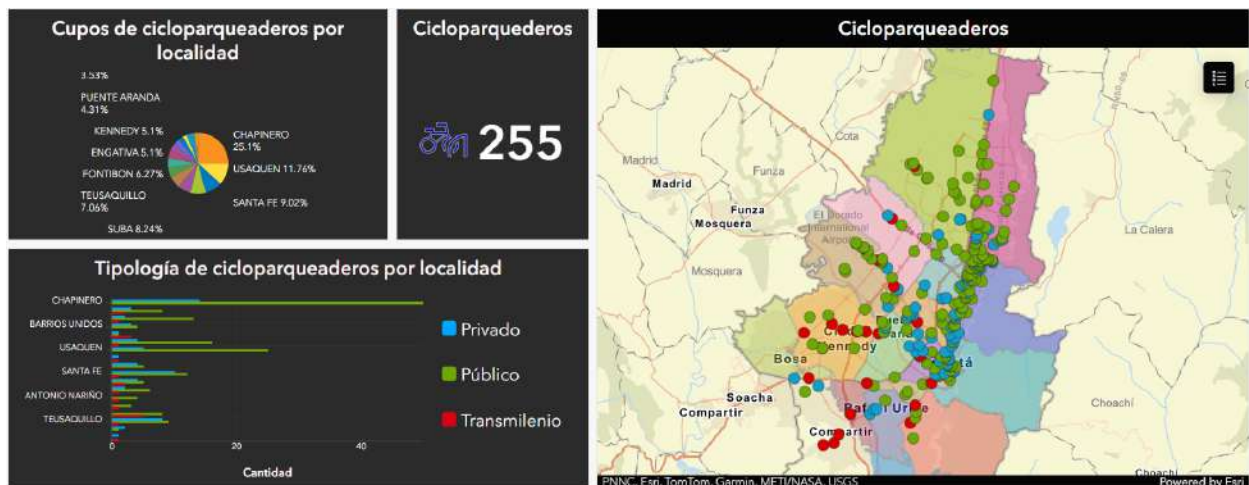
**Análisis y Discusión de Resultados**

Después de cargar las capas en ArcGIS Online, se crearon tableros de control organizados por temática: sensores, ciclo-infraestructura, ciclovías y cicloparqueaderos. Cada tablero integró la información disponible por localidades, con el propósito de definir y visualizar los datos específicos de cada área.

En cuanto a los cicloparqueaderos (ver Anexos A), se observó que la mayoría en la ciudad son de carácter público (66,67 %), lo que evidencia un mayor esfuerzo institucional por facilitar el acceso a la bicicleta como medio de transporte. Le siguen los privados (25,1 %), vinculados principalmente a entidades comerciales o educativas, y en menor medida los asociados al sistema TransMilenio (8,24 %). En cuanto a la distribución territorial, las localidades con mayor concentración de cicloparqueaderos son Chapinero (25,1 %), Usaquén (11,76 %), Santa Fe (9,02 %) y Suba (8,24 %), lo que refleja una mayor infraestructura ciclista en sectores de alta densidad urbana o con dinámicas académicas, laborales y comerciales relevantes, ver **Figura 6**

**Figura 6**

*Tablero de control de los cicloparqueaderos*

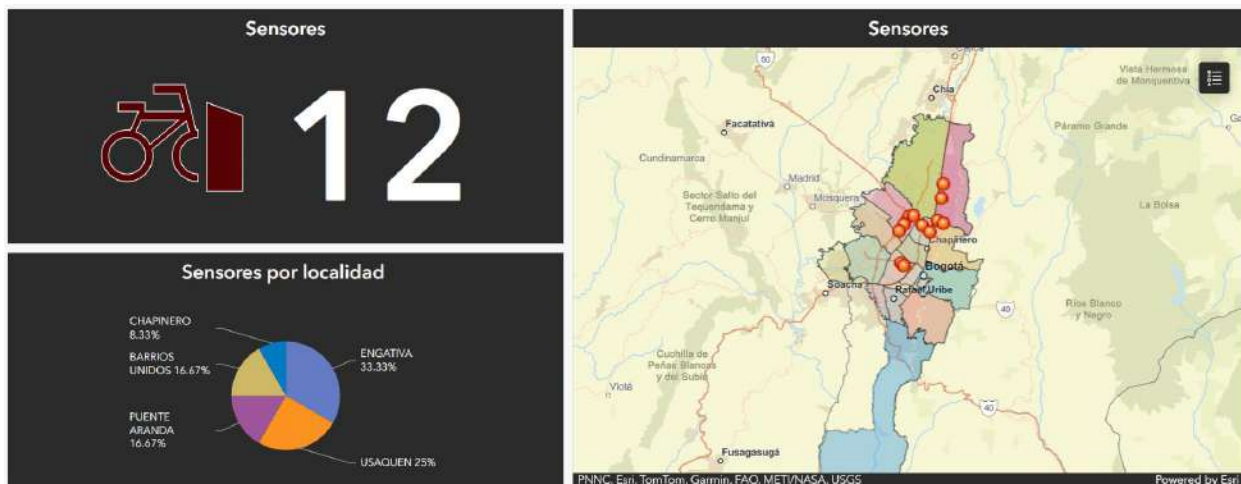


Elaboración propia

En cuanto a los sensores (ver Anexos B) distribuidos en la ciudad, se identificó que solo cinco localidades cuentan con información disponible en línea, lo cual evidencia una limitada cobertura en el monitoreo del uso de la bicicleta. La mayor concentración se presenta en Engativá (33,33 %), seguida por Usaquén (25 %), mientras que Puente Aranda y Barrios Unidos comparten un 16,67 % cada una, y Chapinero cuenta con el 8,3 % restante. Los datos disponibles están restringidos únicamente a su ubicación geográfica, sin información adicional sobre su funcionamiento o capacidad de registro. (Ver Figura 7)

Figura 7

Tablero de control de los sensores

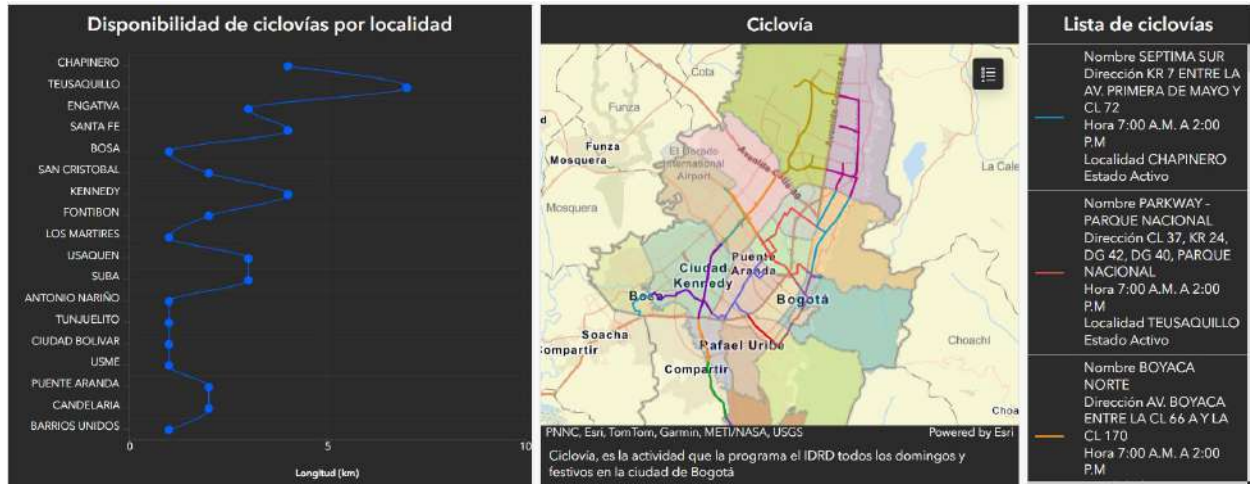


Elaboración propia

En cuanto a las ciclovías (ver Anexos C) activas por localidad, se obtuvo la siguiente distribución: Teusaquillo cuenta con 7; Chapinero, Santa Fe y Kennedy con 4 cada una; Suba, Usaquén y Engativá con 3; Fontibón, La Candelaria, San Cristóbal y Puente Aranda con 2; mientras que las demás localidades de Bosa, Los Mártires, Antonio Nariño, Tunjuelito, Ciudad Bolívar, Usme y Barrios Unidos disponen de 1 ciclovía activa, a excepción de Sumapaz, que no cuenta con ninguna.

Figura 8

Tablero de control de la ciclovía



Elaboración propia

En cuanto a los tipos de ciclo-infraestructura (ver Anexos D) por localidad, se identifican tres categorías: ciclobanda, ciclorruta y no clasificado (ver **Figura 9**). Esta tipología corresponde a la estructura de datos extraída del portal de Datos Abiertos Bogotá, la cual fue ajustada con base en los criterios establecidos en la *Guía de Ciclo-infraestructura para Ciudades Colombianas* (Ministerio de Transporte, 2016), adoptada mediante la Resolución 3258 de 2018, artículo 1, como conjunto de recomendaciones de diseño para la infraestructura ciclista a nivel nacional.

Las ciclorrutas constituyen la infraestructura ciclística más extendida en la ciudad, superando en longitud a las ciclobandas, lo que evidencia una mayor apuesta institucional por este tipo de red. Por su parte, la categoría de infraestructura no clasificada alcanza una extensión considerable, con un máximo de 422 kilómetros en la localidad de Suba, lo cual refleja una alta proporción de tramos que aún no cuentan con una clasificación técnica definida. A nivel territorial, las ciclobandas se consolidan como una de las principales formas de cicloinfraestructura, especialmente en las localidades de Suba, Kennedy, Engativá y Usaquén, que concentran el mayor desarrollo en kilómetros de esta tipología. Les siguen Teusaquillo, Bosa y Barrios Unidos, con una red algo más limitada. En un nivel intermedio se ubican

Fontibón, Puente Aranda, Los Mártires, Chapinero, Tunjuelito, Santa FE, Ciudad Bolívar, Usme y Antonio Nariño mientras que las localidades con menor cantidad de kilómetros de ciclorrutas son Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal y La Candelaria. Ver **Tabla 1**.

**Tabla 1**

*Ciclo-infraestructura por localidades con ciclorrutas*

> 100 km	100 - 50 km	50 – 10 km	< 10km
Suba	Teusaquillo	Fontibón	Rafael Uribe Uribe
Kennedy	Bosa	Puente Aranda	San Cristóbal
Engativá	Barrios Unidos	Los Mártires	Candelaria
Usaquén	-	Chapinero	-
-	-	Tunjuelito	-
-	-	Santa FE	-
-	-	Ciudad Bolívar	-
-	-	Usme	-
-	-	Antonio Nariño	-

Elaboración propia

En cuanto a los bicarriles, las localidades con mayor desarrollo en este tipo de ciclo-infraestructura son Kennedy y Suba, destacadas por su amplia red. Les siguen Teusaquillo, Puente Aranda, Usaquén, Chapinero, Barrios Unidos, Fontibón, Tunjuelito, Engativá, Bosa y Santa Fe, con una extensión moderada. Finalmente, las localidades con la menor cantidad de bicarriles son San Cristóbal, Ciudad Bolívar, Candelaria, Antonio Nariño, Usme, Rafael Uribe Uribe y Los Mártires. Ver **Tabla 2**.

Tabla 2

*Ciclo-infraestructura por localidades con ciclobanda*

> 100 km	100 - 50 km	50 – 10 km	< 10 km
-	Kennedy	Teusaquillo	San Cristóbal
-	Suba	Puente Aranda	Ciudad Bolívar
-	-	Usaquén	Candelaria
-	-	Chapinero	Antonio Nariño
-	-	Barrios Unidos	Usme
-	-	Fontibón	Rafael Uribe Uribe
-	-	Tunjuelito	Los Mártires
-	-	Engativá	-
-	-	Bosa	-
-	-	Santa Fe	-

Elaboración propia

En cuanto a la categoría de infraestructura no clasificada, las localidades que presentan una extensión moderada de ciclo-infraestructura son Usaquén, Kennedy, Fontibón, Engativá, Usme, Bosa, Puente Aranda y Santa Fe. A estas les siguen Teusaquillo, Ciudad Bolívar, Barrios Unidos, Chapinero, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Los Mártires, Antonio Nariño y La Candelaria, con una extensión menor. Finalmente, la localidad que registra la menor cantidad de ciclo-infraestructura no clasificada es Tunjuelito. Ver **Tabla 3** y **Figura 9**

Tabla 3

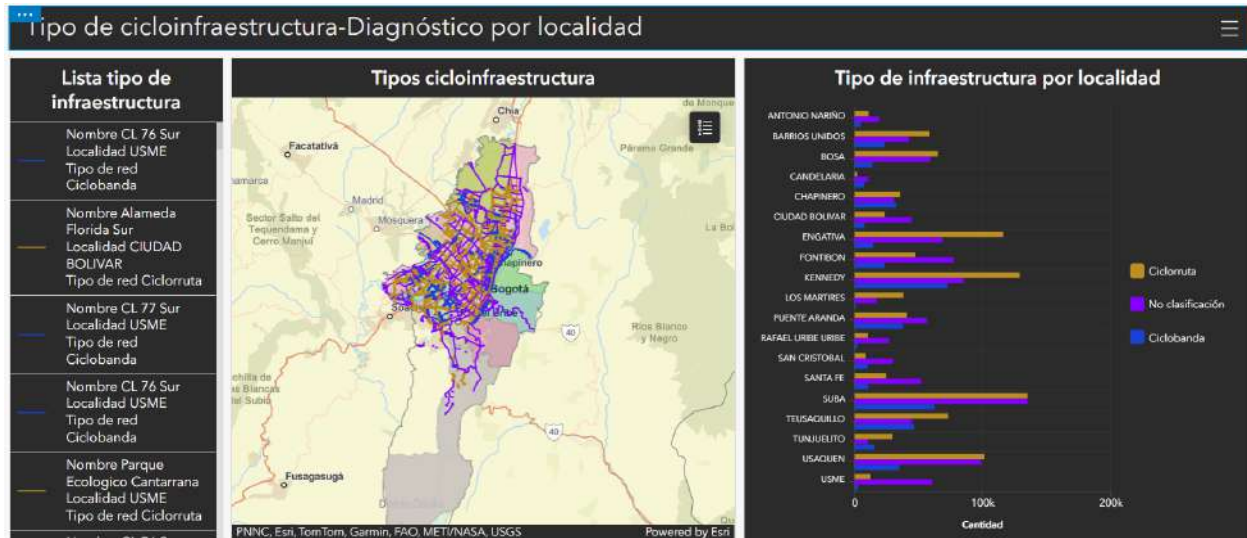
*Ciclo-infraestructura por localidades no clasificada*

> 100 km	100 - 50 km	50 – 10 km	< 10 km
Suba	Usaquén	Teusaquillo	Tunjuelito
-	Kennedy	Ciudad Bolívar	-
-	Fontibón	Barrios Unidos	-
-	Engativá	Chapinero	-
-	Usme	San Cristóbal	-
-	Bosa	Rafael Uribe Uribe	-
-	Puente Aranda	Los Mártires	-
-	Santa Fe	Antonio Nariño	-
-	-	Candelaria	-

Elaboración propia

Figura 9

Tablero de control de la ciclo-infraestructura



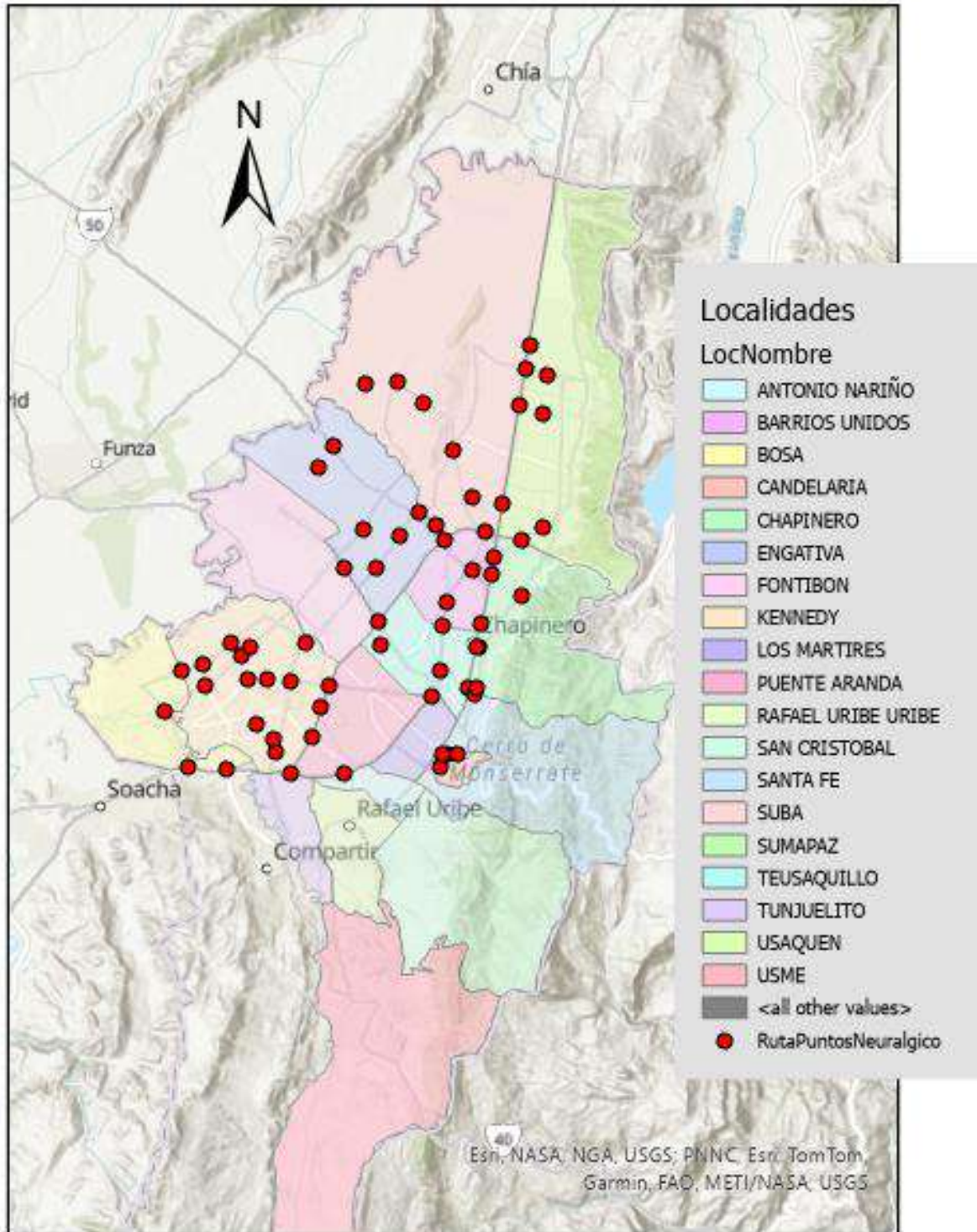
Elaboración propia

### Puntos neurálgicos

En la **Figura 11** se presenta la distribución espacial de los puntos neurálgicos por localidad, evidenciando una mayor concentración en Kennedy (14), Engativá (9), Suba (7) y Chapinero (8). Estos puntos fueron determinados mediante un análisis de conectividad en ArcGIS, en el cual se integraron capas de ciclo-infraestructura, rutas congestionadas y zonas de alta actividad (como parques, universidades y centros comerciales). Posteriormente, se identificaron intersecciones clave entre estas variables y se generó una capa específica de puntos neurálgicos. La relación espacial entre estos puntos y las localidades permitió cuantificar su distribución, sugiriendo una mayor exposición al riesgo vial en las zonas con mayor flujo de ciclistas y actividad urbana (ver **Figura 11**).

Figura 10

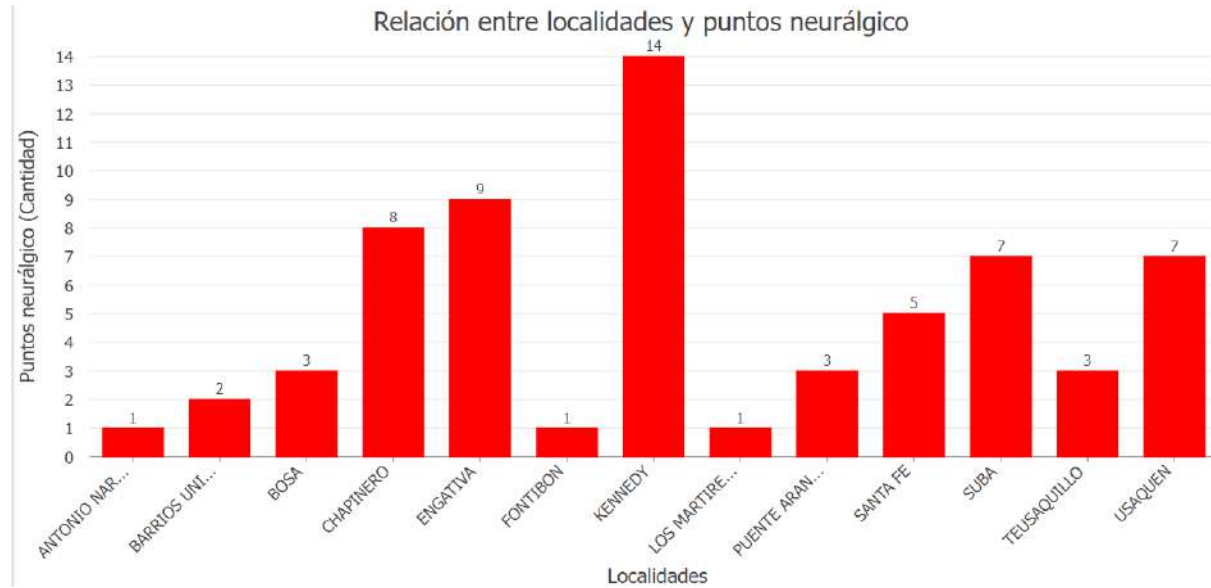
Mapa de los puntos neurálgico por localidad



Elaboración propia

**Figura 11**

*Puntos neurálgico por localidad*



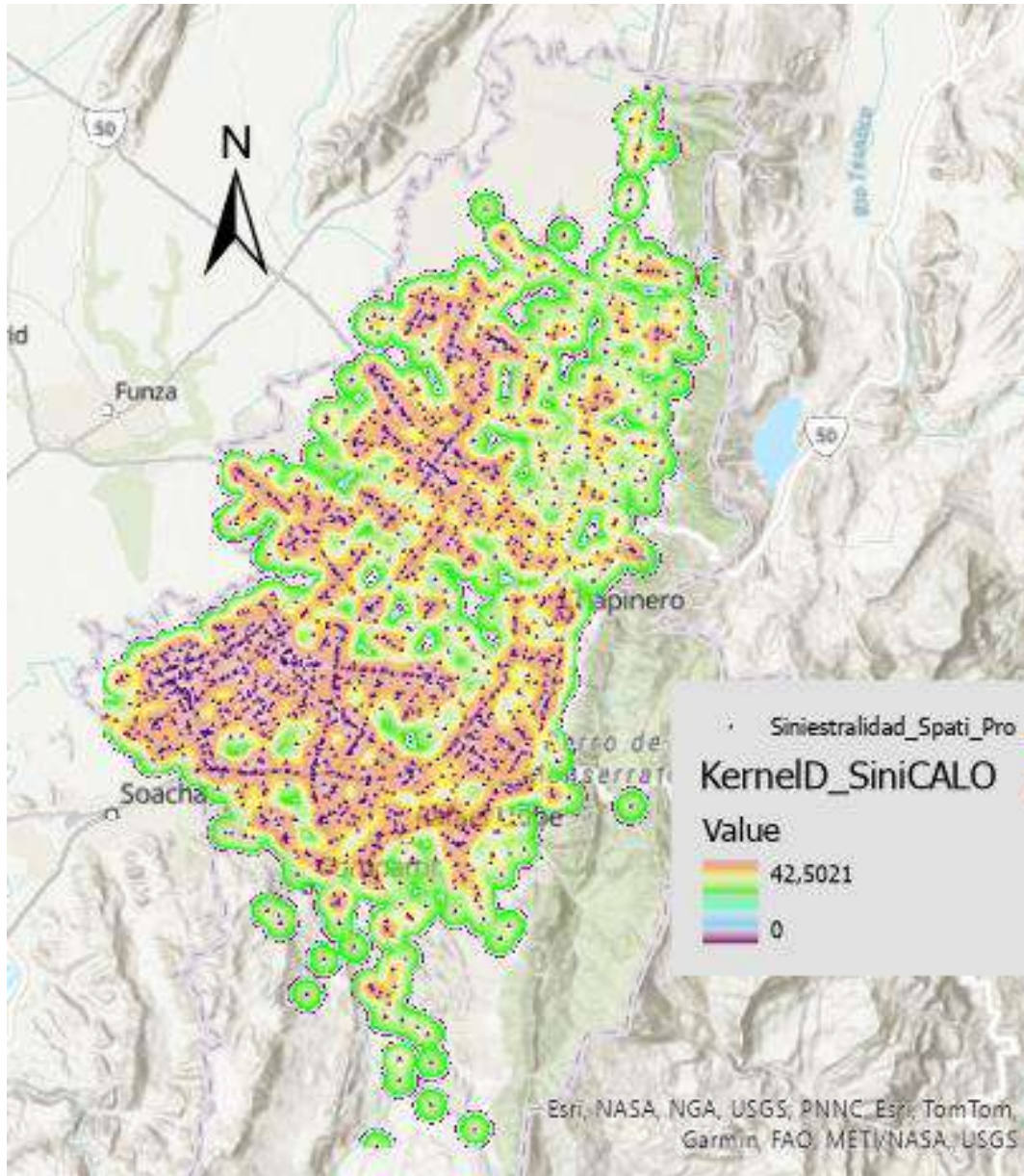
Elaboración propia

**Siniestralidad**

El análisis de la siniestralidad representa una etapa clave para comprender los riesgos a los que están expuestos los ciclistas en la ciudad del año 2023 (ver **Figura 12**). A partir de los datos recopilados sobre incidentes viales que involucran bicicletas, se busca identificar los factores causales, la gravedad y los tipos de siniestros, con el fin de establecer vínculos entre su ocurrencia y las características de la infraestructura ciclista. Este enfoque analítico permite generar insumos valiosos para la formulación de estrategias de intervención y planificación, orientadas a fortalecer la seguridad vial con base en evidencia empírica.

Figura 12

Mapa de calor con puntos de siniestralidad (2023)



Nota. Elaboración propia de datos de siniestralidad obtenidos de Datos Abiertos Bogotá (<https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/factores-de-riesgos-involucrados-en-la-siniestralidad-vial-de-bogota-dc/resource/5a64c0cb-2f56-493e-b507-5078cfafc1e3> )

En la **Tabla 4** y **Figura 13** se dan a conocer los resultados del promedio, máximos, mínimos y desviación estándar de la densidad de siniestros para los diferentes tipos de ciclo-infraestructura.

**Tabla 4**

*Promedio, máximos, mínimos y desviación estándar de la densidad en siniestralidad 2023*

Tipo*	Frecuencia	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Interpretación
Ciclobanda	19560	0	33,336292	8,150846	5,591767	Riesgo medio-alto, atender las necesidades y promover su uso
Ciclorruta	51622	0	37,083561	8,566417	6,528033	Riesgo alto, intervención focalizada
No clasificación	22846	0	42,030354	6,03529	5,809062	Riesgo alto, clasificar infraestructura

Nota: \*Tipo: tipo de ciclo-infraestructura. Elaboración propia

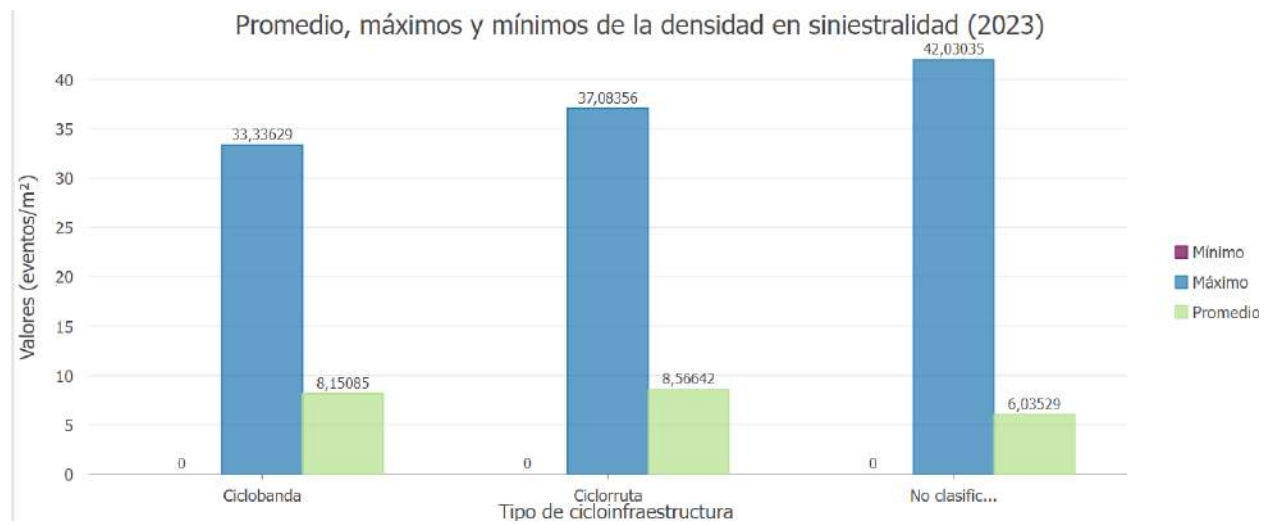
En cuanto a la variabilidad en la distribución de los siniestros según el tipo de ciclo-infraestructura (**Tabla 4**), se observa que las ciclorrutas presentan una alta dispersión, lo que indica que el riesgo no es homogéneo y pueden existir tramos con niveles de siniestralidad muy distintos entre sí. Esta condición exige intervenciones localizadas, especialmente en las zonas de mayor riesgo. En contraste, la ciclo-infraestructura no clasificada y los bicarriles muestran una distribución más homogénea, lo que implica un riesgo más estable, aunque no necesariamente bajo. Por su parte, las ciclorrutas, siendo las más empleadas por los ciclistas, también presentan una dispersión significativa en los siniestros, por lo que requieren acciones focalizadas para mitigar los puntos críticos. La ciclo-infraestructura no clasificada, segunda en frecuencia de uso, muestra una dispersión elevada, lo que

evidencia la urgencia de clasificar adecuadamente estos tramos para reducir la concentración del riesgo. En el caso de las ciclobandas, tercera en uso, su dispersión es la más baja, lo cual los convierte en una infraestructura más predecible y estable, aunque no exenta de zonas críticas que deben atenderse mediante acciones locales específicas.

Cabe destacar que, para todos los tipos de infraestructura, es imprescindible implementar monitoreos continuos que permitan identificar cambios en la concentración del riesgo. Finalmente, los picos de siniestralidad extrema se presentan con mayor frecuencia en la infraestructura no clasificada, seguida por las ciclorrutas y las ciclobandas, lo que refuerza la necesidad de priorizar medidas correctivas en aquellas con mayor variabilidad.

**Figura 13**

*Grafica de Promedio, máximos y mínimos de la densidad en siniestralidad (2023)*



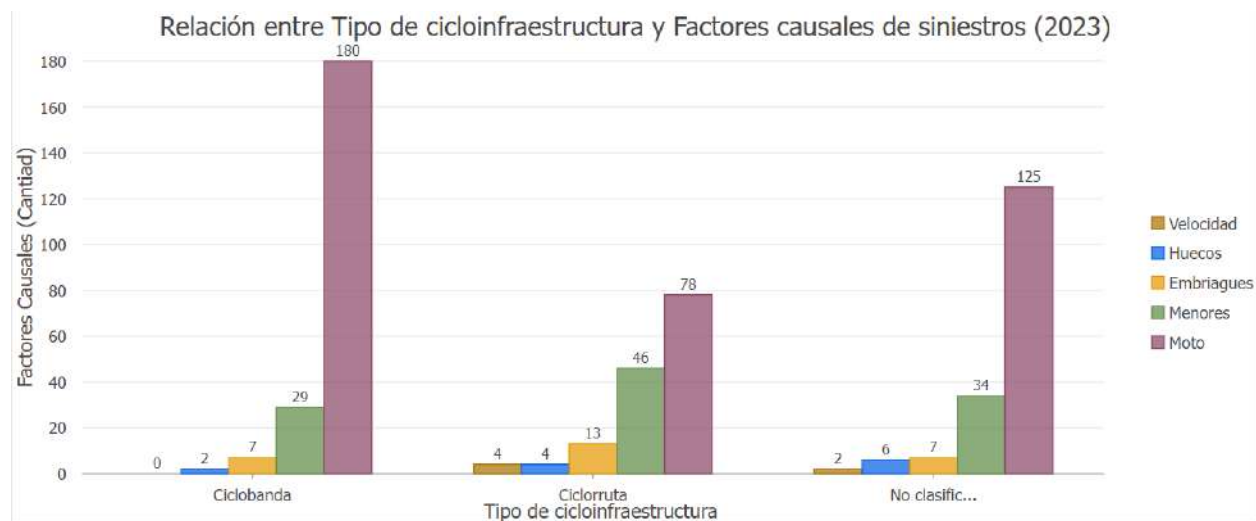
Elaboración propia

Respecto a los factores causales de los siniestros, la **Figura 14** se puede afirmar que una cantidad significativa de los eventos ocurren en presencia de las motos y los menores de edad, estos casos se presentan con mayor frecuencia en las ciclobandas y la ciclo-infraestructura no clasificada. En

cuanto a los siniestros causados por embriagues, huecos en la vía y exceso de velocidad, no presentan una incidencia considerable. Lo anterior evidencia que el comportamiento de los motociclistas y de los menores de edad incide de manera significativa en la ocurrencia de los siniestros viales registrados.

**Figura 14**

*Grafica tipo de infraestructura y factores causales de siniestros (2023)*



Elaboración propia

En la **Tabla 5** se presentan los factores externos involucrados en los siniestros viales previamente analizados. A partir de estos datos, se identifica que la mayor concentración de siniestros que involucran motocicletas en ciclobandas ocurre entre las 06:00 y 08:00 horas, principalmente en las localidades de Puente Aranda, Tunjuelito, Antonio Nariño, Suba, Usaquén y Engativá. Por otra parte, en los segmentos de infraestructura no clasificada, los siniestros con participación de motocicletas son más frecuentes en dos franjas horarias: entre las 06:00 y 08:00 horas y entre las 17:00 y 19:00 horas, en las localidades de Kennedy, Engativá, Suba, Rafael Uribe Uribe, Tunjuelito, Antonio Nariño y Bosa.

**Tabla 5**

*Condiciones involucradas en los factores causales más frecuentes en siniestralidad (2023)*

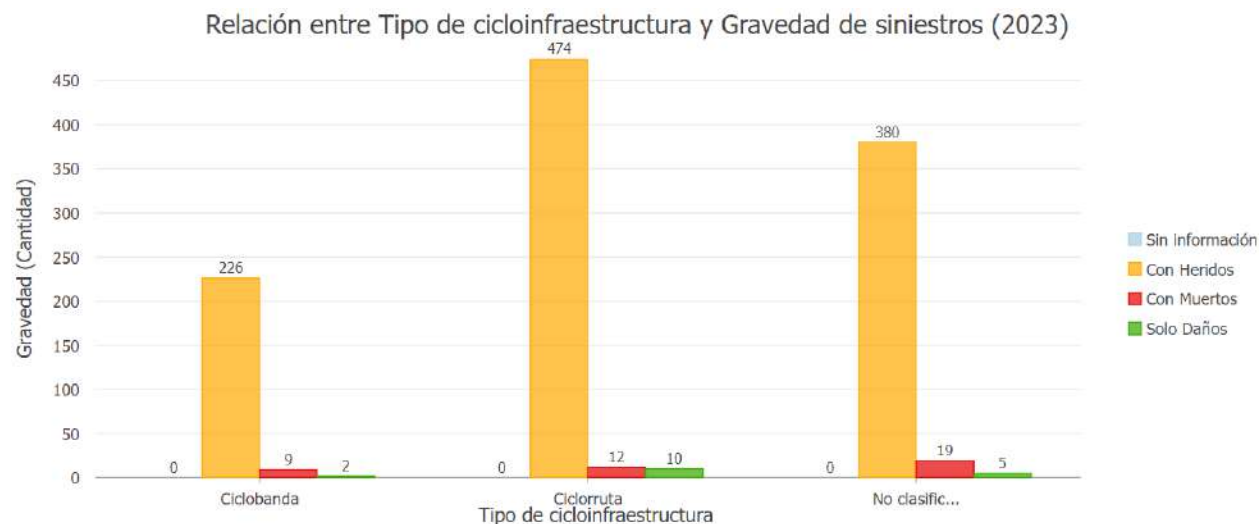
Tipo *	Factor causal	hora más frecuente (24h)	Localidades	Día más frecuente
Ciclobanda	Moto	6, 8, 12, 18	Puente Aranda, Tunjuelito, Antonio Nariño, Suba, Usaquén, Engativá Kennedy, Engativá, Suba,	sábado, martes
No clasificación	Moto	6, 7, 8, 12, 15, 17, 18, 19 21,	Rafael Uribe Uribe, Tunjuelito, Antonio Nariño, Bosa	miércoles,

Nota: \*Tipo: tipo de ciclo-infraestructura. Elaboración propia

Por lo que se refiere a la gravedad de los siniestros teniendo en cuenta el tipo de ciclo-infraestructura, la **Figura 15** muestra que los siniestros con heridos son los más frecuentes en la ciclo-infraestructura de ciclорrutas, no clasificada, y bicicarriles respectivamente, asimismo se identifica que lo eventos con muertos son menos frecuentes, así como los que solo tiene daños, en la ciclo-infraestructura ciclорrutas, no clasificada, y bicicarriles, en su orden. También es importante señalar que los siniestros con muertes ocurren con mayor frecuencia en la ciclo-infraestructura no clasificada y las ciclорrutas.

Figura 15

Grafica tipo de infraestructura y gravedad de siniestros (2023)



Elaboración propia

En la **Tabla 6** presenta los factores externos asociados a los siniestros con mayor frecuencia según su nivel de gravedad. Los datos permiten inferir que la ocurrencia de siniestros con heridos es más alta cuando se involucran motocicletas, menores de edad y rutas zonales, en ese orden. En contraste, se observa una menor incidencia de siniestros graves en eventos relacionados con vehículos de carga, conductores en estado de embriaguez y con vehículos troncales, respectivamente.

Tabla 6

Condiciones involucradas en los eventos graves más frecuente en siniestralidad (cantidad)

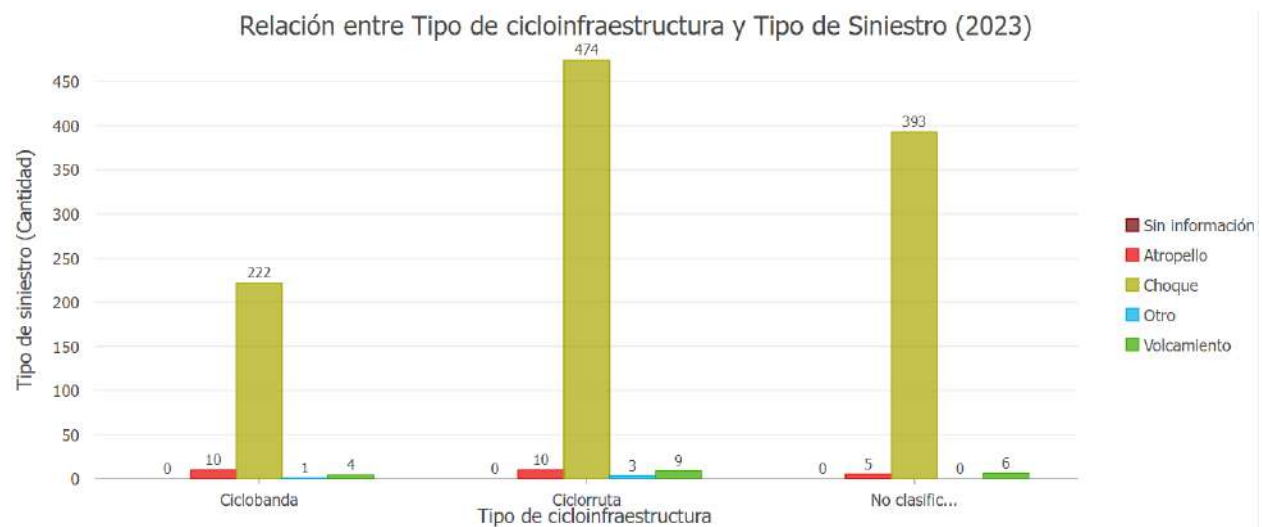
Tipo ***	Gravedad	Carga	Embriagues	Troncal **	Menores de edad	Moto	Zonal *
Ciclorrutas	Heridos	19	12	9	44	176	54
No clasificación	Heridos	22	7	5	33	118	59

Nota: \*Zonal: rutas de los buses que pasan por vías mixtas, conectando estaciones troncales y portales. \*\*Troncal: corredores viales exclusivos para transporte masivo, que conectan estaciones y portales del sistema de transporte. \*\*\*Tipo: tipo de cicloinfraestructura. Elaboración propia.

En relación con el tipo de siniestros y su vínculo con la ciclo-infraestructura, **Figura 16** se permite inferir que los choques constituyen el tipo de siniestro más frecuente, especialmente en las ciclorrutas (474 casos), en la infraestructura no clasificada (393 casos) y en las ciclobandas (222 casos). Asimismo, se observa que los atropellos son más comunes en las ciclobandas y ciclorrutas, con 10 eventos reportados en cada uno. En contraste, la ciclo-infraestructura no clasificada presenta una incidencia considerablemente menor, con solo 5 siniestros por choque registrados.

**Figura 16**

*Grafica tipo de ciclo-infraestructura y tipo de siniestro (2023)*



Elaboración propia

En la **Tabla 7** presenta las condiciones asociadas a los siniestros por choque registrados en infraestructura no clasificada y en ciclorrutas. Los resultados indican una mayor frecuencia de estos eventos cuando se encuentran involucradas motocicletas, seguidas de rutas zonales y la presencia de menores de edad. En menor proporción, también se registran siniestros de este tipo relacionados con vehículos de carga, conductores en estado de embriaguez y buses troncales.

**Tabla 7***Condiciones involucradas en los tipos de siniestros más frecuente (cantidad)*

Tipo **	Gravedad	Carga	Embriagues	Troncal **	Menores	Moto	Zonal *
Ciclorrutas	Choque	20	12	10	41	179	57
No clasificación	Choque	25	7	6	33	123	59

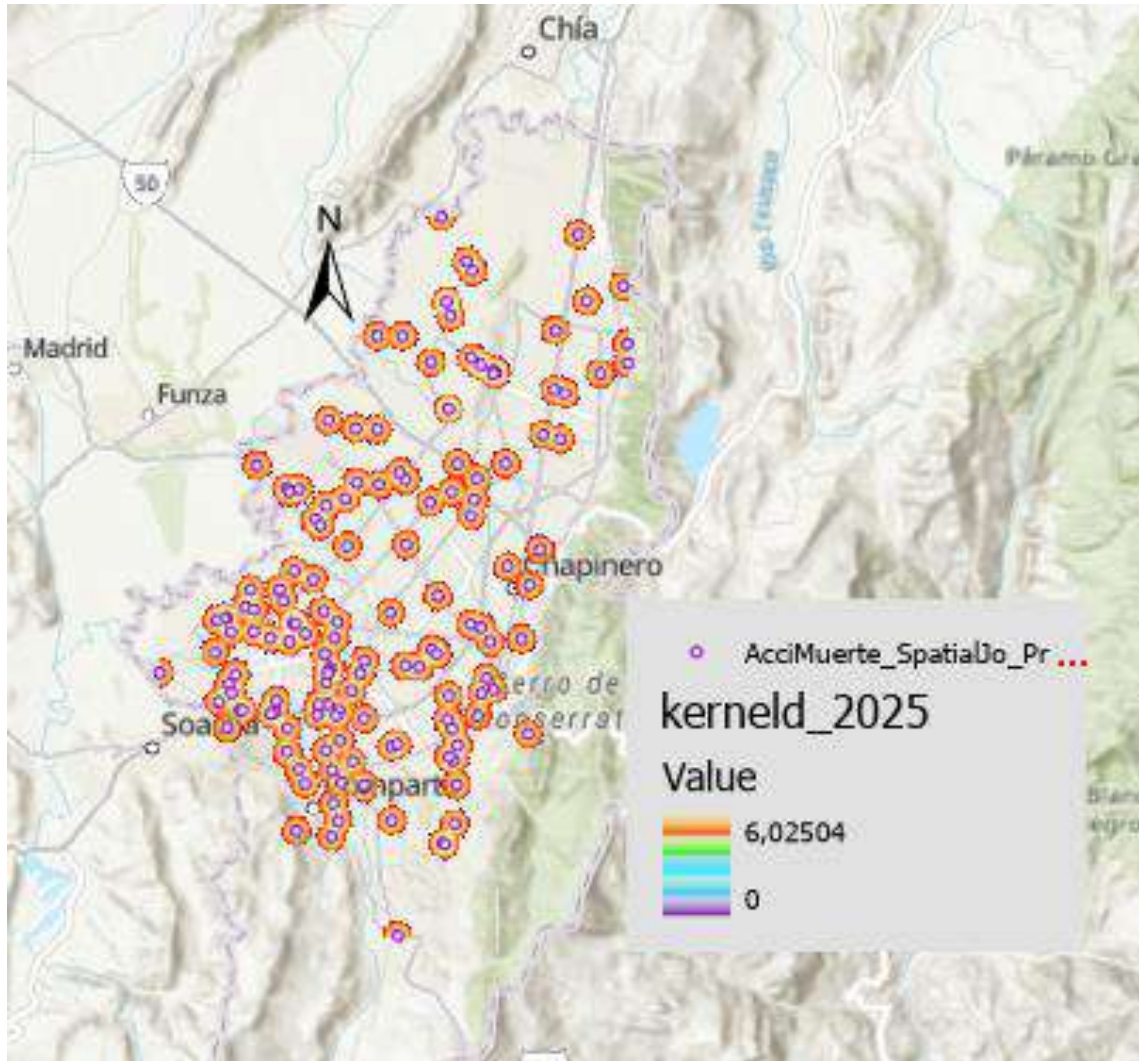
Nota: \*Zonal: rutas de los buses que pasan por vías mixtas, conectando estaciones troncales y portales. \*\*Troncal: corredores viales exclusivos para transporte masivo, que conectan estaciones y portales del sistema de transporte. \*\*\*Tipo: tipo de ciclo-infraestructura. Elaboración propia.

### Accidentalidad

El análisis de la accidentalidad ofrece información significativa sobre los accidentes ocurridos entre los años 2023 y 2025 (**Figura 17**). A partir de los datos recopilados sobre accidentes que involucran bicicletas, se busca identificar el comportamiento de estos accidentes en relación con la ciclo-infraestructura, considerando variables como las temporadas del año, los tipos de accidente y sus consecuencias, así como el género más afectado. Este enfoque analítico permite generar insumos valiosos para la formulación de estrategias de intervención y planificación, orientadas a fortalecer la seguridad vial con base en evidencia empírica.

Figura 17

Mapa de calor con puntos de accidentalidad (2023-2025)



Nota. Elaboración propia a partir de “Accidentes de tránsito Bogotá” obtenidos de ArcGis online (<https://ugrancolombia.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=0da1214fa65b4243b7ca3d78320224e3> )

En la **Tabla 8** y **Figura 18** se dan a conocer los resultados del promedio, máximos, mínimos y desviación estándar de la densidad de accidentes para los diferentes tipos de infraestructura.

**Tabla 8**

*Promedio, máximos, mínimos y desviación estándar de la densidad en accidentalidad (2023-2025)*

Tipo*	Frecuencia	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Interpretación
Ciclobanda	19560	0	5,792744	0,540251	0,824536	Riesgo alto, atender necesidades y promover su uso
Ciclorruta	51622	0	5,987593	0,537046	0,89458	Riesgo alto, intervención focalizada
No clasificación	22846	0	5,914089	0,521455	0,988092	Riesgo alto, clasificar la infraestructura

*Nota:* \*Tipo: tipo de ciclo-infraestructura. Elaboración propia

Según los resultados de accidentalidad, las ciclorrutas son la infraestructura más utilizada por los ciclistas en la ciudad y presentan una alta variabilidad en el riesgo de accidentes, lo que indica la existencia de tramos con una considerable concentración de siniestros. Esta situación exige la implementación de intervenciones focalizadas en los puntos críticos para reducir el riesgo. Por su parte, las ciclobandas, tercera infraestructura más utilizada, muestran una dispersión moderada en los accidentes: aunque algunos tramos presentan niveles elevados de riesgo, estos son menores que en las ciclorrutas, lo que facilita intervenciones de carácter general y sugiere la importancia de atender necesidades específicas para fomentar su uso seguro. En cuanto a la infraestructura no clasificada, la segunda más utilizada, se observa un promedio de accidentes bajo, pero con una alta desviación estándar, lo que indica que ciertos tramos podrían tener concentraciones relevantes de accidentalidad.

Esto subraya la necesidad de clasificar adecuadamente esta infraestructura para facilitar su análisis y mejora. En consecuencia, se requiere una evaluación detallada a escala local para garantizar condiciones seguras, especialmente si se proyecta incentivar su uso.

Cabe destacar que, para todos los tipos de ciclo-infraestructura, es fundamental establecer monitoreos continuos que permitan identificar dinámicas cambiantes en la concentración del riesgo y apoyar una gestión proactiva de la seguridad vial.

**Figura 18**

*Grafico de Promedio, máximos y mínimos de la densidad en accidentalidad (2023-2025)*



Elaboración propia

Ahora bien, se realiza un análisis por temporadas del año para cada tipo de ciclo-infraestructura.

Como resultado, se establece la siguiente clasificación:

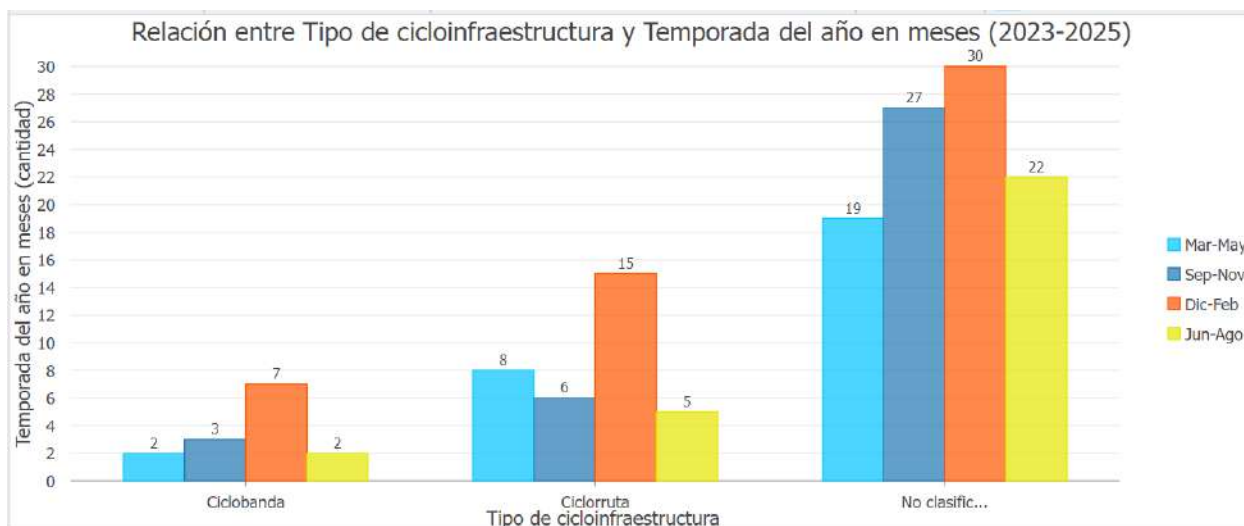
- Temporada seca 1 (diciembre–febrero)
- Temporada de lluvias 1 (marzo–mayo)
- Temporada seca 2 (junio–agosto)

- Temporada de lluvias 2 (septiembre–noviembre)

En la **Figura 16** se observa que la ciclo-infraestructura no clasificada es la que registra mayor cantidad de accidentes, con picos destacados en la temporada seca 1 y en la temporada de lluvias 2. Este comportamiento refleja una problemática estructural persistente, posiblemente asociada a la falta de definición y adecuación de estas vías. Por su parte, las ciclorrutas son la segunda ciclo-infraestructura con más accidentes, concentrados especialmente en la temporada seca 1 y la temporada de lluvias 1, lo que sugiere un uso continuo a lo largo del año, con mayor demanda en condiciones climáticas favorables. Finalmente, las ciclobandas presentan la menor cantidad de accidentes, especialmente durante las temporadas de lluvia y la temporada seca 2, lo cual podría indicar un uso más moderado pero constante, con incrementos puntuales en épocas secas.

**Figura 19**

*Grafica tipo de ciclo-infraestructura y temporadas del año (2023-2025), Accidentalidad.*



Elaboración propia

La **Tabla 9** presenta las tendencias de las temporadas pico para cada tipo de ciclo-infraestructura, incluyendo el crecimiento anual, los días y las horas de mayor incidencia, todo ello en relación con la ocurrencia de accidentes.

Tabla 9

*Tendencias pico de los accidentes en las ciclo-infraestructuras según su temporada pico*

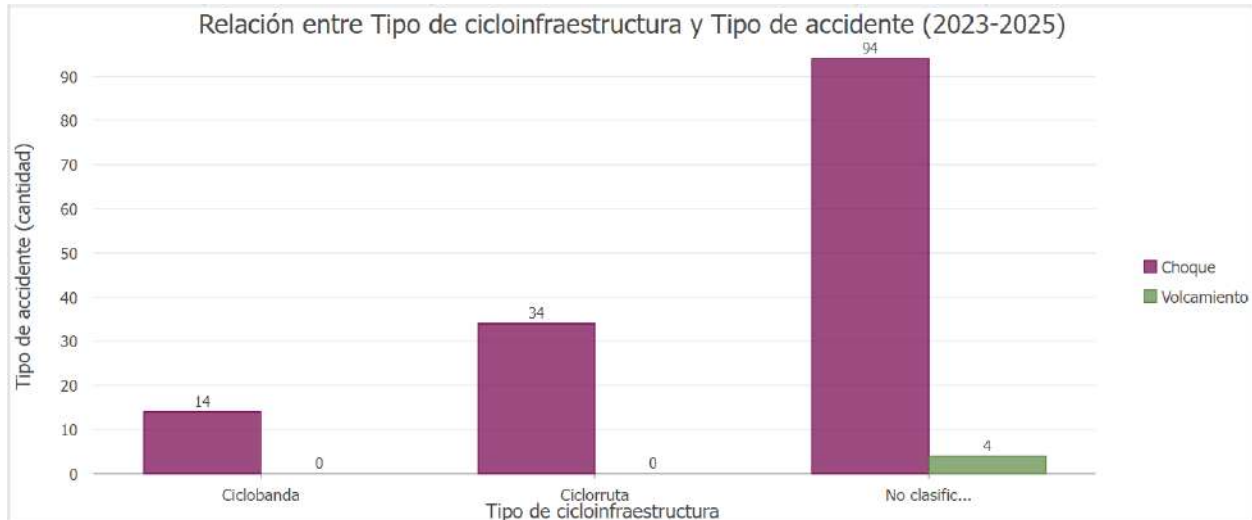
Tipo *	Temporada pico	Tendencia creciente en años	Día crítico	Hora crítica
Ciclorrutas	Seca 1	Irregular	Sábado	15:00-20:00
Ciclorrutas	Lluvia 1	Disminuye	Martes y miércoles	5:30 -6:30
Ciclobanda	Seca 1	Disminuye	Homogéneo	6:30-7:30
Ciclobanda	Lluvia 2	Aumenta	Lunes y jueves	9:30-10:00
No clasificación	Seca 1	Disminuye	Jueves	15:00-22:00
No clasificación	Lluvia 2	Estable	Sábado y jueves	10:00-13:00

*Nota.* \*Tipo: tipo de ciclo-infraestructura. Elaboración propia.

En relación con los tipos de accidentes según el tipo de ciclo-infraestructura, la **Figura 20** muestra que la mayor cantidad de accidentes se registra en la ciclo-infraestructura no clasificada, seguida por las ciclorrutas. En ambos casos predominan de forma significativa los accidentes por choque. Por su parte, las ciclobandas son la ciclo-infraestructura que presenta la menor cantidad de accidentes.

**Figura 20**

*Grafica tipo de ciclo-infraestructura y tipo de accidente (2023-2025), Accidentalidad.*



Elaboración propia

Los resultados de la **Tabla 10** evidencian que el mayor número de accidentes se presentan en la ciclo-infraestructura no clasificada, particularmente en los accidentes por choque con 41 muertos, este valor supera significativamente los registros en las otras ciclo-infraestructuras, lo que sugiere que la falta de adecuación técnica en la ciclo-infraestructura puede aumentar significativamente el riesgo de accidentes. Con relación a la cantidad de personas que sobrevivieron (53) a los accidentes con relación a las otras ciclo-infraestructuras, las ciclorrutas (24) y las ciclobandas (10), lo anterior podría estar relacionado con menor cantidad de usuarios, o ciclo-infraestructuras más seguras y homogéneas.

Cabe resaltar que algo que refuerza la evaluación técnica y clasificación de la ciclo-infraestructura no clasificada, es el registro de accidentes por volcamiento ya que es la única ciclo-infraestructura que registra este tipo de casos.

**Tabla 10***Registro de muertos y vivos según la ciclo-infraestructura*

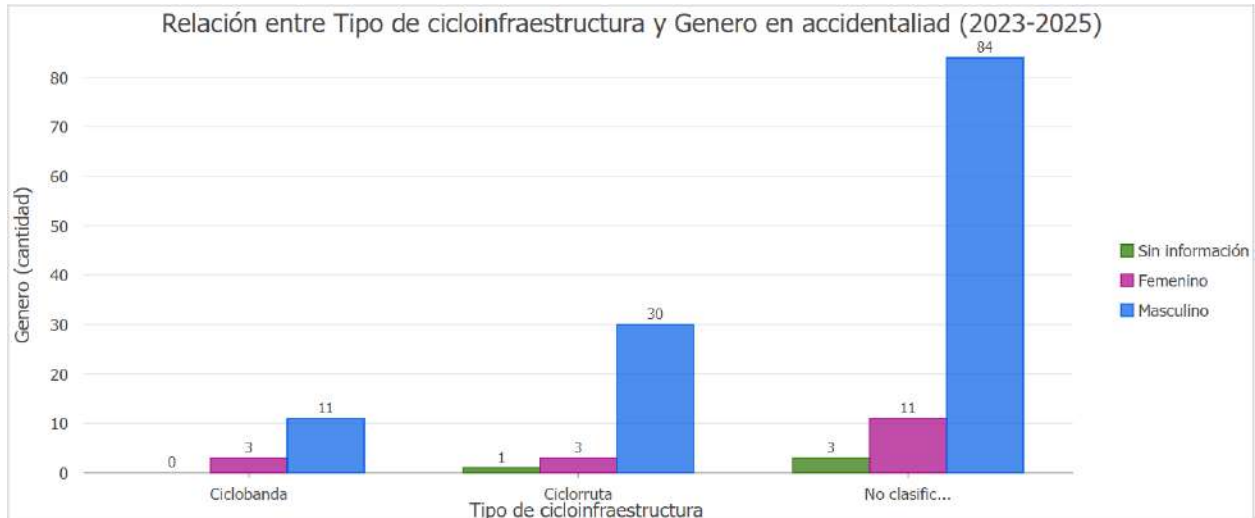
Tipo *	Tipo de accidente	Muertos	Vivos
Ciclorrutas	Choque	10	24
Ciclobanda	Choque	4	10
No clasificación	Choque	41	53
No clasificación	volcamiento	0	4

Nota. \*Tipo: tipo de ciclo-infraestructura. Elaboración propia

En la **Figura 21** se identifica que el mayor número de personas accidentadas corresponde a hombres, lo cual refleja una mayor exposición o participación de este género en la movilidad en bicicleta. Esta tendencia se acentúa particularmente en la ciclo-infraestructura no clasificada, que presenta un número significativo de accidentes tanto en hombres como en mujeres, lo que refuerza la hipótesis de que la ausencia de condiciones técnicas adecuadas incrementa el riesgo para todos los usuarios. Por otro lado, las ciclobandas se posicionan como la infraestructura con menor número de accidentes para ambos géneros, lo cual sugiere un comportamiento más homogéneo y seguro en términos de accidentalidad. Estos hallazgos evidencian la necesidad de priorizar intervenciones técnicas en la infraestructura no clasificada, y al mismo tiempo, fortalecer y promover el uso de las ciclobandas y ciclorrutas como alternativa segura y equitativa.

Figura 21

Grafica tipo de ciclo-infraestructura y genero (2023-2025), Accidentalidad.



Elaboración propia

En la **Tabla 11** se identifican los grupos etarios más vulnerables según el tipo de ciclo-infraestructura. La ciclo-infraestructura no clasificada concentra el mayor número de accidentes en todos los rangos de edad, con un valor especialmente alto en el grupo de personas mayores de 61 años, lo que evidencia el elevado riesgo que enfrenta esta población al transitar por tramos sin diseño técnico adecuado. Este patrón también se presenta en los rangos de 15 a 30 años y 31 a 60 años, lo que indica una exposición generalizada al riesgo en distintas etapas del ciclo de vida. En el caso de las ciclobandas y ciclorrutas, el grupo más afectado también corresponde a los mayores de 61 años, lo que sugiere la necesidad de adecuaciones para garantizar condiciones de seguridad a esta población. Finalmente, aunque el grupo de 0 a 14 años presenta cifras bajas en términos generales, su exposición en la infraestructura no clasificada resulta significativa, lo que plantea una preocupación particular en cuanto a la seguridad de niños y adolescentes. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de monitorear y tecnificar la ciclo-infraestructura no clasificada, como medida clave para reducir riesgos y promover su uso seguro y eficiente.

**Tabla 11***Registro de rango de edades de ocurrencia de accidentes según la ciclo-infraestructura*

Tipo *	0-14	15-30	31-60	>61
Ciclorruta	1	12	12	9
Ciclobanda	0	3	3	8
No clasificación	10	27	45	61

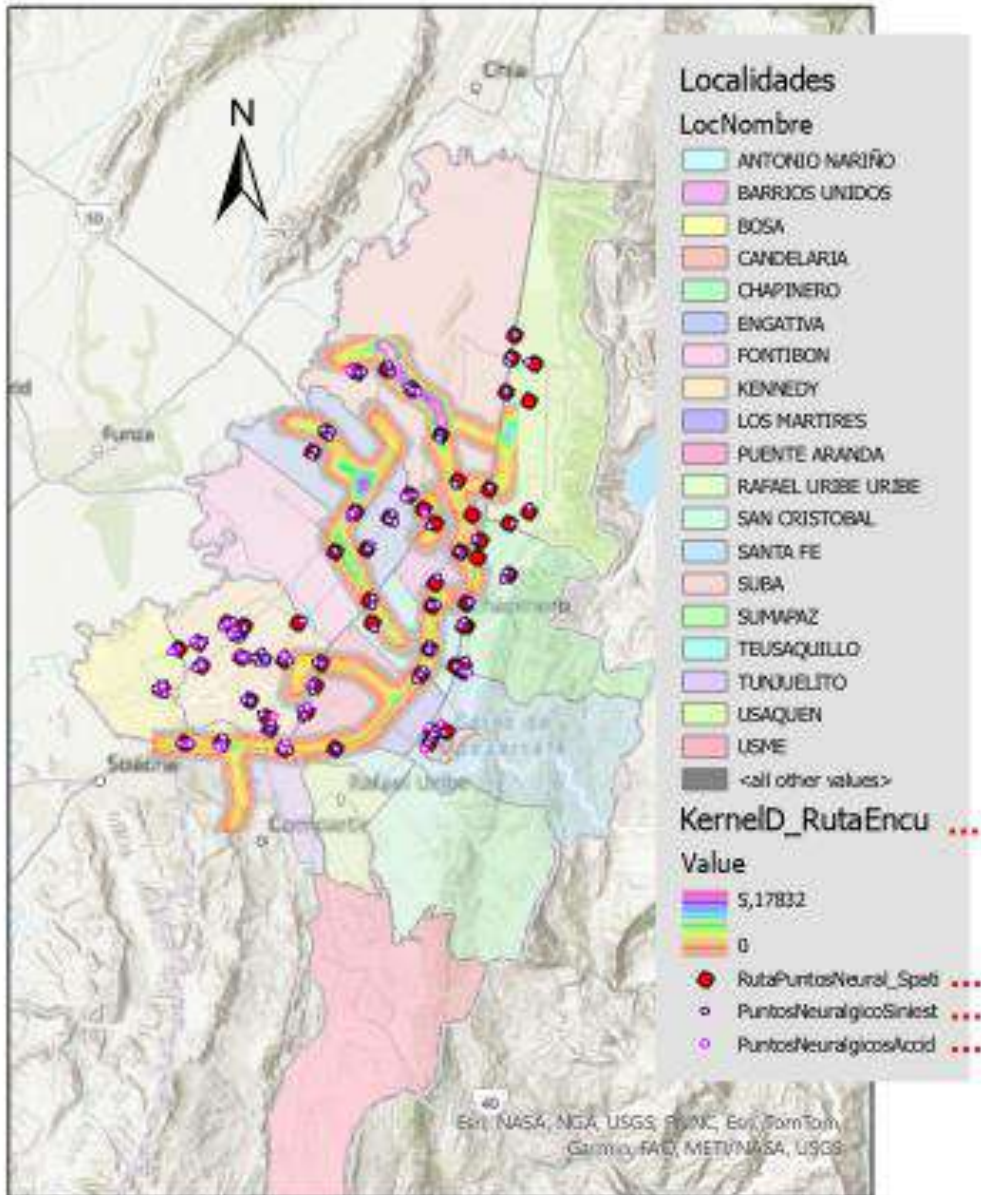
\*Tipo: tipo de ciclo-infraestructura. Elaboración propia

**Rutas con mayor demanda**

Para determinar las rutas con mayor demanda por parte de los ciclistas en la ciudad, se diseñó una metodología estructurada utilizando ArcGIS Pro, que integró múltiples capas de información espacial y temática. El análisis incluyó la visualización, estandarización y cruce de capas relacionadas con siniestralidad, accidentalidad, puntos neurálgicos y resultados de encuestas aplicadas a usuarios. A partir de este procesamiento espacial, fue posible identificar y delimitar los tramos viales con mayor frecuencia de uso ciclista, lo que permitió establecer una base sólida para el análisis posterior de la ciclo-infraestructura existente en estas rutas. En la siguiente **Figura 22** se muestra el cruce de información en el mapa, proceso previo al trazo de las rutas.

Figura 22

Mapa del cruce de la información previa al trazo de las rutas de mayor demanda



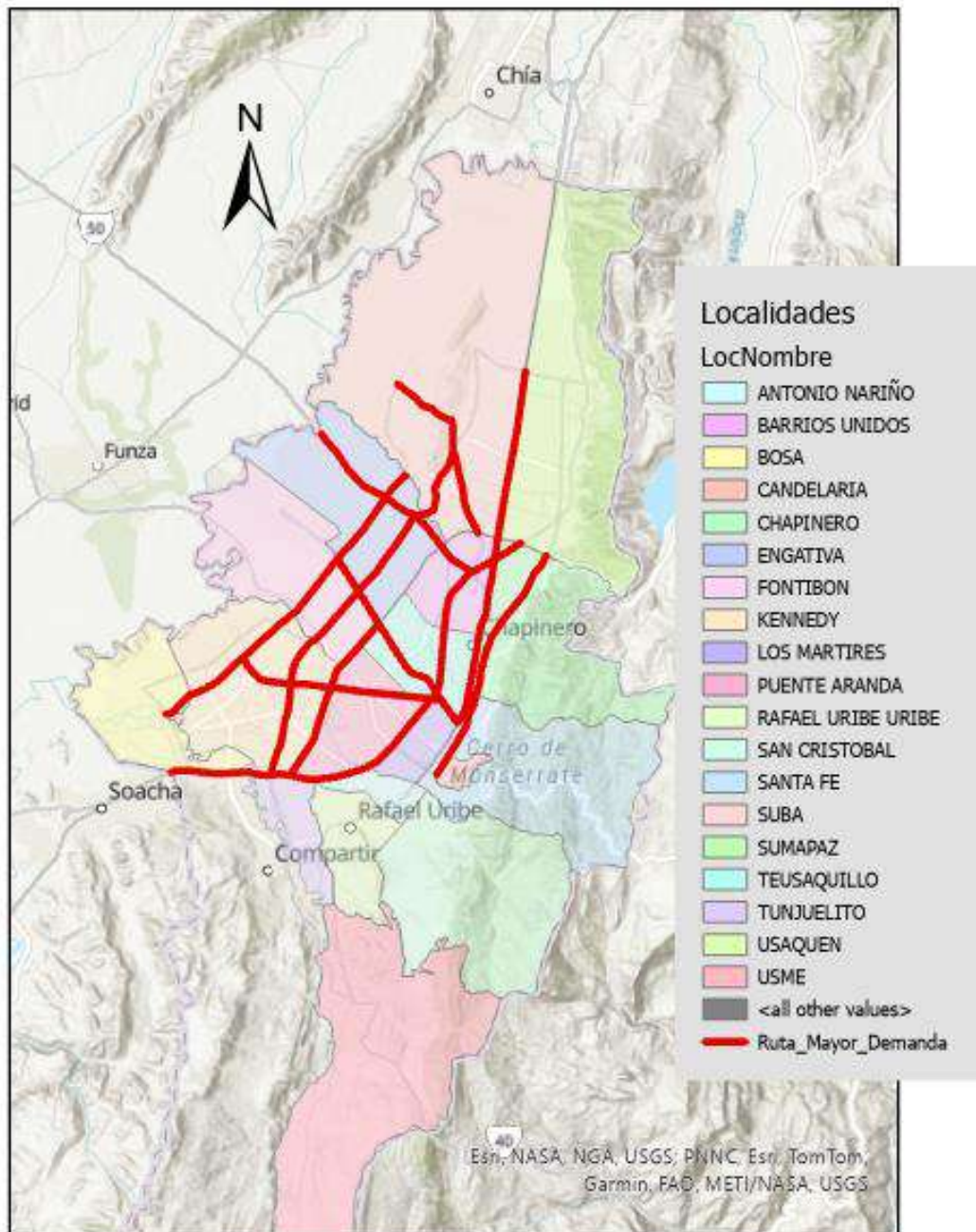
Elaboración propia

A partir del cruce y análisis espacial mencionado, en la **Figura 23** se muestra el resultado de este proceso, donde se destacan las rutas establecidas como las de mayor demanda, representando los

trayectos que concentran una mayor frecuencia de desplazamientos ciclistas según la información recopilada y procesada.

**Figura 23**

*Rutas con mayor demanda por los ciclistas en la ciudad de Bogotá*



Elaboración propia

A continuación, en la **Tabla 12** se presentan las rutas identificadas con mayor demanda ciclista, junto con sus respectivos límites viales. Esta información permite delimitar con precisión los tramos viales más transitados, sirviendo como base para analizar el tipo de ciclo-infraestructura presente en dichas rutas.

Tabla 12

*Registro de rango de edades de ocurrencia de accidentes según la ciclo-infraestructura*

Ruta	Inicio	Fin	Tipo de ciclo-infraestructura
Av. Suba	Carrera 104	Calle 100	Ciclorruta, No clasificación,
Calle 80	Transversal 130	Carrera 30	Ciclorruta, Ciclobanda
Calle 26	Av. Ciudad de Cali	Av. Caracas	Ciclorruta
Av. Las Américas	Av. Ciudad de Cali	Calle 26	No clasificación
Av. Ciudad de Cali	Av. Guayacanes	Diagonal 91	No clasificación, Ciclorruta, Ciclobanda
Av. Boyacá	Autopista Sur	Av. Suba	No clasificación, Ciclorruta, Ciclobanda
Av. 68	Autopista Sur	Calle 26	No clasificación
Autopista Sur	Calle 65G sur	Calle 8 Sur	No clasificación, Ciclorruta
Avenida Norte- Quito-Sur (NQS)	Calle 8 Sur	Calle 100	No clasificación, Ciclorruta, Ciclobanda
Av. Caracas	Calle 26	Calle 80	No clasificación, Ciclorruta
Autopista Norte	Calle 80	Calle 170	No clasificación, Ciclorruta, Ciclobanda
Carrera 10	Calle 6	Calle 28	No clasificación, Ciclorruta,
Carrera 7	Calle 28	Calle 100	Ciclobanda, No clasificación

Elaboración propia

La **Figura 24** muestra que la ciclorruta es el tipo de ciclo-infraestructura con mayor longitud a lo largo de las rutas de mayor demanda ciclista. Este resultado evidencia una fuerte presencia de este tipo

de infraestructura en los trayectos más utilizados, lo cual resulta clave para orientar futuras intervenciones en infraestructura y evaluar su efectividad frente a la demanda real.

**Figura 24**

*Grafica de la longitud de los tipos de ciclo-infraestructura en las rutas con mayor demanda*



Elaboración propia

### Conclusiones y Recomendaciones

El análisis por localidad evidencia patrones relevantes en la distribución y características de la ciclo-infraestructura ciclista en Bogotá. Chapinero, Usaquén, Santa Fe y Teusaquillo destacan por tener el mayor número de cupos en cicloparqueaderos, lo que sugiere una mayor atención a las necesidades de estacionamiento para ciclistas en estas zonas. En cuanto a los parqueaderos públicos, se observa una concentración importante en Chapinero, Usaquén, Suba y Fontibón, lo que complementa la oferta de servicios para usuarios de bicicleta. La ciclorruta se consolida como la ciclo-infraestructura dominante en la ciudad, seguida de la no clasificada, y en menor proporción, las ciclobandas. Las localidades con más ciclovías activas incluyen Teusaquillo, Santa Fe, Kennedy, Chapinero, Usaquén, Suba y Engativá, lo cual indica una amplia cobertura de espacios destinados al uso recreativo o temporal de la bicicleta. Por otro lado, Suba, Kennedy, Engativá y Usaquén se posicionan como las localidades con mayor infraestructura ciclista total, lo que puede estar relacionado con su alta densidad poblacional y volumen de viajes. Finalmente, Kennedy presenta la mayor cantidad de puntos neurálgicos, seguida por Engativá, Usaquén y Suba, lo que refuerza la necesidad de priorizar estas zonas en términos de seguridad vial y planeación estratégica de la movilidad ciclista.

La concentración de puntos neurálgicos en localidades como Kennedy, Engativá, Suba y Chapinero evidencia zonas de alta exposición al riesgo vial, producto de la interacción entre la ciclo-infraestructura, la congestión vehicular y la presencia de polos de atracción urbana.

El análisis de la siniestralidad vial en Bogotá durante el año 2023 evidencia diferencias significativas en la gravedad, frecuencia y tipo de siniestros según el tipo de ciclo-infraestructura y los actores viales involucrados. Esta caracterización permite identificar factores de riesgo clave y orientar intervenciones específicas para mejorar la seguridad vial ciclista.

- La participación de motociclistas y menores de edad constituye un factor determinante en la siniestralidad vial, especialmente en las ciclobandas y en tramos de ciclo-infraestructura no clasificada.
- La ciclo-infraestructura no clasificada y las ciclorrutas son los tipos de infraestructura en los que se registran con mayor frecuencia los siniestros graves, especialmente aquellos con víctimas muertas, mientras que las ciclobandas presentan una menor incidencia de siniestros de mayor gravedad.
- Los siniestros con heridos son más comunes en los tipos de ciclo-infraestructura de ciclorrutas y no clasificada.
- Los choques son el tipo de siniestro más recurrente en la infraestructura ciclista, con mayor prevalencia en las ciclorrutas, seguido por la infraestructura no clasificada y las ciclobandas.
- La ocurrencia de atropellos es más significativa en las ciclobandas y ciclorrutas, mientras que en la no clasificada la siniestralidad es considerablemente menor.

A partir del análisis de los datos de accidentalidad correspondientes a los años 2023, 2024 y 2025, se identificaron patrones diferenciales según el tipo de ciclo-infraestructura, así como factores de riesgo específicos relacionados con su uso, diseño y estado de adecuación. Las siguientes conclusiones sintetizan estos hallazgos, destacando las implicaciones para la gestión de la seguridad vial ciclista en Bogotá.

- Las ciclorrutas, aunque son la infraestructura más utilizada por los ciclistas en Bogotá, presentan tramos con alta concentración de siniestros, lo que demanda intervenciones focalizadas; en contraste, otras infraestructuras como ciclobandas y tramos no clasificados requieren estrategias diferenciadas según su nivel de dispersión y clasificación.

- La ciclo-infraestructura no clasificada presenta la mayor siniestralidad, especialmente en temporadas secas y lluviosas específicas, lo que revela una problemática estructural derivada de su falta de definición; en contraste, las ciclorrutas y las ciclobandas muestran patrones de uso y riesgo más estables y predecibles, lo que destaca la necesidad de adecuar y clasificar correctamente toda la red ciclo-infraestructural para una gestión más efectiva de la seguridad vial.
- La ciclo-infraestructura no clasificada concentra la mayor cantidad de accidentes, especialmente por choques que han dejado un alto número de víctimas fatales (41 muertos), y es la única en registrar accidentes por volcamiento, lo que evidencia una alta peligrosidad asociada a su falta de adecuación técnica y clasificación; en contraste, las ciclorrutas y las ciclobandas presentan menor siniestralidad y mayor homogeneidad en sus condiciones, lo que sugiere una mejor planificación y un posible menor volumen de usuarios, resaltando la urgencia de intervenir, evaluar y regular la ciclo-infraestructura no clasificada para reducir los riesgos y mejorar la seguridad vial.
- La ciclo-infraestructura no clasificada representa el mayor riesgo de accidentalidad para todos los grupos etarios y géneros, con especial impacto en hombres y en personas mayores de 61 años, lo que refleja una exposición generalizada al peligro debido a la falta de condiciones técnicas adecuadas; en contraste, las ciclobandas muestran menores niveles de siniestralidad y mayor homogeneidad, destacando la necesidad urgente de tecnificar, clasificar y priorizar intervenciones en los tramos no regulados, así como de adaptar la ciclo-infraestructura existente para proteger a los usuarios más vulnerables, incluidos niños y adultos mayores.

El análisis espacial permitió identificar las rutas con mayor demanda ciclista en Bogotá (ver **Tabla 12**), destacando los trayectos con mayor frecuencia de uso. Estas rutas se caracterizan por una

predominante presencia de ciclorrutas, lo que refleja su papel central en la movilidad ciclista y sugiere prioridades clave para futuras intervenciones en ciclo-infraestructura.

**Lista de Referencia o Bibliografía**

- Acosta, J. (2023, 1 de marzo). *Nuevas restricciones por contaminación atmosférica en Bogotá*. Holland & Knight Alert. <https://www.hklaw.com/en/insights/publications/2023/03/nuevas-restricciones#:~:text=Seg%C3%BAAn%20el%20%C3%8Dndice%20Bogotano%20de,la%20salud%20de%20los%20ciudadanos.>
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (1955, 1 junio). *Decreto 313 de 1955*. Alcaldía de Bogotá. [Decreto 313 de 1955 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.](#)
- Alerta Bogotá (2022, 29 de agosto). *¿Cuáles son las vías de Bogotá más lentas y congestionadas?*. Alerta Bogotá. <https://www.alertabogota.com/noticias/local/cuales-son-las-vias-de-bogota-mas-lentas-y-congestionadas>
- Álvarez, G. Cortés, L. Fajardo, D. & Forero, L. (2016). *Análisis de la inclusión de la bicicleta en los planes de desarrollo de Bogotá 1995-2016: aportes a la calidad de la vida* [Tesis de especialización]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Aparicio, D. Montero, Y. & Uribe, M. (2020). *Diagnóstico del estado actual de las ciclorrutas en Bogotá para proponer opciones de mejora sostenibles para la ciudad* [Tesis de especialización]. Universidad EAN.
- Arrieta, S. (2002, 26 de septiembre). *Acuerdo 73 de 2002 Concejo de Bogotá, D.C.* Alcaldía de Bogotá. [Acuerdo 73 de 2002 Concejo de Bogotá, D.C.](#)
- Bejarano. (2024, 12 de agosto). *Aspectos clave para una movilidad sostenible*. Sitt. <https://sittycia.com/blog-2/aspectos-clave-para-una-movilidad-sostenible/>
- Bizkaia foro aldundia diputación foral. (2016). *Principales ventajas y obstáculos de la bicicleta como medio de transporte [PDF]*. Bizkaia foro aldundia diputación foral.

[https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/07/Mediateka/1\\_Principales%20ventajas%20y%20obstaculos\\_cas.pdf?hash=9374a3e6b10b1383f3e28ca3552e112f](https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/07/Mediateka/1_Principales%20ventajas%20y%20obstaculos_cas.pdf?hash=9374a3e6b10b1383f3e28ca3552e112f)

Bocarejo, J. (2019, 23 de mayo). *Resolución 209 de 2019 Secretaría Distrital de Movilidad*. Alcaldía de Bogotá. [Resolución 209 de 2019 Secretaría Distrital de Movilidad](#)

Camacho, S. (2016). *El uso de la bicicleta como medio de transporte en la ciudad de Bogotá: ¿qué deben hacer la empresas y el gobierno colombiano para incentivar su utilización?* [Tesis de especialización]. Universidad Militar Nueva Granada.

Castrellón, L. Álvarez, C. (2023, 7 de marzo). *Bogotá, la capital de las bicicletas en América Latina*. Voz de América. <https://www.vozdeamerica.com/a/bogota-ciudad-bicicletas-america-latina/6994509.html#:~:text=En%20ese%20sentido%2C%20seg%C3%BAAn%20datos,en%20este%20medio%20de%20transporte>.

Catastro Bogotá. (2021, 4 de octubre). *Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá* [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=WgoBz\\_3NxMk](https://www.youtube.com/watch?v=WgoBz_3NxMk)

Chamarro, J. & Rodríguez, dame por aquiua. (2016). *Análisis de la operación del sistema de ciclorrutas en la ciudad de Bogotá, comparado con los modelos aplicados en Medellín, Chile, Guadalajara, Canadá y Holanda* [Alternativa trabajo de grado para pregrado]. Universidad Católica de Colombia

Chargeverse. (2023, 10 de abril). *Los 10 beneficios de la movilidad sostenible*. Chargeverse. <https://chargeverse.es/blog/beneficios-movilidad-sostenible/>

Cofre y Gallardo. (2023). *Diseño de una arquitectura orientada a microservicios entre los servicios virtuales e infraestructura de datos espaciales, para la entrega de resultados de las evaluaciones educativas* [Tesis de maestría]. Universidad Politécnica Salesiana.

Consejo de Bogotá. (2006, 29 de junio). *Acuerdo 236 de 2006 Concejo de Bogotá, D.C.* Alcaldía de Bogotá. [Acuerdo 236 de 2006 Concejo de Bogotá, D.C.](#)

Concejo de Bogotá, D.C. (2010). *Proyecto de Acuerdo 288 de 2010 Concejo de Bogotá, D.C.* Alcaldía de Bogotá. [Proyecto de Acuerdo 288 de 2010 Concejo de Bogotá, D.C.](#)

Consejo de Bogotá (2020, 19 de marzo). DANE revela proyecciones de población para el 2023. *Consejo de Bogotá*. <https://concejodebogota.gov.co/dane-revela-proyecciones-de-poblacion-para-el-2023/cbogota/2020-03-19/103038.php>

Consejo de Bogotá. (2020, 11 de junio). *Acuerdo 761 de 2020 Concejo de Bogotá, D.C.* Alcaldía de Bogotá. [Acuerdo 761 de 2020 Concejo de Bogotá, D.C.](#)

Consejo de Bogotá. (2021, 11 de junio). *Acuerdo 827 de 2021 Concejo de Bogotá, D.C.* Alcaldía de Bogotá. [Acuerdo 827 de 2021 Concejo de Bogotá, D.C.](#)

Consejo de Bogotá. (2023, 6 de febrero). *Acuerdo 873 de 2023 Concejo de Bogotá, D.C.* Alcaldía de Bogotá. [Acuerdo 873 de 2023 Concejo de Bogotá, D.C.](#)

Consejo de la Republica de Colombia. (2022, 30 de junio). *Ley 2222 de 2022 Congreso de la República de Colombia*. Alcaldía de Bogotá. [Ley 2222 de 2022 Congreso de la República de Colombia](#)

Consejo de la Republica de Colombia. (2022, 6 de agosto). *Ley 769 de 2002 Congreso de la República de Colombia*. Alcaldía de Bogotá. [Ley 769 de 2002 Congreso de la República de Colombia](#)

Cortés. (2019, 25 de octubre). *Al servicio nueva Plataforma de Información Geográfica Oficial del Distrito*. Bogota.gov. <https://bogota.gov.co/servicios/servicios-del-distrito/plataforma-de-informacion-geografica-oficial-del-distrito>

Datos Abiertos Bogotá. (2024, 30 de septiembre). *Mapa de referencia para Bogotá D.C.* Datos Abiertos Bogotá. <https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/mapa-de-referencia>

El Colombiano (2023, 11 de julio). *Estudio reveló que una ciudad de Colombia tiene el peor tráfico vehicular del mundo, ¿cuáles están?*. El colombiano. <https://www.elcolombiano.com/colombia/estudio-revelo-bogota-ciudad-con-mas-trafico-vehicular-en-mundo-NI21925967>

ESRI. (2012, 23 de agosto). *Qué son los servicios GIS*. ESRI. <https://blog.esri.es/que-son-los-servicios-gis/>

Galeano. (2012). *Guía de ciclo-infraestructura [PDF]*. [chrome-](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bicycleinfrastructuremanuals.com/manuals6/GSD-Guia-de-Ciclo-Infraestructura-Ejemplos-Ilustrados-y-Soluciones-2012.pdf)

[extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bicycleinfrastructuremanuals.com/manuals6/GSD-Guia-de-Ciclo-Infraestructura-Ejemplos-Ilustrados-y-Soluciones-2012.pdf](https://bicycleinfrastructuremanuals.com/manuals6/GSD-Guia-de-Ciclo-Infraestructura-Ejemplos-Ilustrados-y-Soluciones-2012.pdf)

Gobierno de Colombia MinbTIC. (2019). *Guía para el uso y aprovechamiento de Datos Abiertos en Colombia. (6ª ed.) [PDF]*. Gobierno de Colombia MinbTIC.

[https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-272749\\_recurso\\_1.pdf](https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-272749_recurso_1.pdf)

Gobierno digital MinTIC. (2021). *¿Qué son datos abiertos?*. Gobierno digital MinTIC.

<https://gobiernodigital.mintic.gov.co/portal/Iniciativas/Datos-abiertos/>

Gobierno de México. *Ventajas de la bicicleta Bicicleta -Movilidad y transporte*. Gobierno de México.

[https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/ventajas-de-la-bicicleta-bicicleta-movilidad-y-](https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/ventajas-de-la-bicicleta-bicicleta-movilidad-y-transporte#:~:text=Las%20bicicletas%20son%20un%20ejemplo,Autonom%C3%ADa%20energ%C3%A9tica)

[transporte#:~:text=Las%20bicicletas%20son%20un%20ejemplo,Autonom%C3%ADa%20energ%C3%A9tica](https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/ventajas-de-la-bicicleta-bicicleta-movilidad-y-transporte#:~:text=Las%20bicicletas%20son%20un%20ejemplo,Autonom%C3%ADa%20energ%C3%A9tica)

González, D. (2023, 1 de septiembre). *Así va el avance de las obras en las ciclorrutas de Bogotá*. El

Tiempo. <https://www.eltiempo.com/bogota/secretaria-de-movilidad-informa-sobre-arreglo-de-ciclorrutas-en-bogota-801659>

Hoyos. R. (2001, 28 de junio). *Fallo 71 de 2001 Consejo de Estado*. Alcaldía de Bogotá. [Fallo 71 de 2001](#)

[Consejo de Estado](#)

Iberdrola. (s.f.). *¿Qué son las energías limpias?*. Iberdrola.

[https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energias-](https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energias-limpias#:~:text=DEFINICI%C3%93N%20DE%20ENERG%C3%8DAS%20LIMPIAS,CO2%2C%20causantes%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico.)

[limpias#:~:text=DEFINICI%C3%93N%20DE%20ENERG%C3%8DAS%20LIMPIAS,CO2%2C%20causantes%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico.](https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energias-limpias#:~:text=DEFINICI%C3%93N%20DE%20ENERG%C3%8DAS%20LIMPIAS,CO2%2C%20causantes%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico.)

IDECA. (s.f.). *Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital*. IDECA.

<https://www.ideca.gov.co/sobre-ideca/la-ide-de-bogota>

IDECA. (s.f.). *Sistema de registro de ítems geográficos*. IDECA. [Sistema de Registro de Ítems Geográficos](#)

Junta de Andalucía Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente. (2024, 30 de noviembre). *Web Map Service (WMS)*. Junta de Andalucía Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente.

<https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/acceso-rediam/geoportal/servicios-ogc/web-map-service-wms>

López, C. (2021, 11 de agosto). Decreto 294 de 2021 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. Alcaldía de Bogotá.

[Decreto 294 de 2021 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.](#)

López, F. (2003, 6 de junio). *Acuerdo 87 de 2003 Concejo de Bogotá, D.C.* Alcaldía de Bogotá. [Acuerdo 87](#)

[de 2003 Concejo de Bogotá, D.C.](#)

MappingGIS. (2022, 29 de julio). *Las 10 mejores apps SIG para Android*. MappingGIS.

<https://mappinggis.com/2012/08/las-mejores-aplicaciones-sig-para-android/>

MappingGIS. (2022, agosto). *Las 30 aplicaciones GIS open source que debes conocer*. MappingGIS.

<https://mappinggis.com/2022/07/aplicaciones-gis-open-source/>

Mettatec. (2023, 1 de agosto). *Aplicativos SIG para Recolección de Data con Smartphones*. MappingGIS.

[https://mettatec.com/es/aplicativos-sig-para-recoleccion-de-data-con-smartphones/#Aplicaciones GIS para la recopilacion de datos con smartphones](https://mettatec.com/es/aplicativos-sig-para-recoleccion-de-data-con-smartphones/#Aplicaciones_GIS_para_la_recopilacion_de_datos_con_smartphones)

Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*. Bogotá D.C. Ministerio de Transporte de Colombia.

<https://web.mintransporte.gov.co/jspui/handle/001/10507>

Ministerio de Transporte. (2018, 3 de agosto). *Resolución 3258 de 2018, por la cual se adopta la Guía de Ciclo-infraestructura para Ciudades Colombianas*. Alcaldía de Bogotá.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=94505>

Ministerio de transporte. (2023, 8 de marzo). *Resolución 20233040009675 de 2023 Ministerio de*

*Transporte*. Alcaldía de Bogotá. [Resolución 20233040009675 de 2023 Ministerio de Transporte](#)

Ministerio TIC Colombia (2021, junio, 4). *¿Por qué son tan importantes los Datos Abiertos? [Vídeo]*.

YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=I07pfP-oie8>

Mora, M. & Galviz, J. (2016). Estudio comparativo entre ciclo-rutas y bici-carriles en Bogotá desde la

infraestructura y la calidad del desplazamiento [Trabajo de grado de pregrado]. Universidad de la Salle.

Guevara. (2017, 18 de febrero). *La ciencia detrás de la bicicleta*. Pedalia <https://pedalia.cc/ciencia-de-la->

[bicicleta/](#)

Pedraza Pineda Luz. (2010, agosto). *Infraestructura de datos espaciales de Santiago de Cali [PDF]*.

Infraestructura de Datos Espaciales del Municipio de Cali.

[https://idesc.cali.gov.co/download/capacitacion\\_geoservicios\\_idesc/taller\\_nivelacion\\_ide/13\\_servicios\\_web\\_geograficos.pdf](https://idesc.cali.gov.co/download/capacitacion_geoservicios_idesc/taller_nivelacion_ide/13_servicios_web_geograficos.pdf)

Pensemos. (s.f.). *Tableros de control ¿qué son? ¿cómo diseñarlos? ¿dónde usarlos?*. Pensemos.

<https://gestion.pensemos.com/tableros-de-control-que-son-disenarlos-donde-usarlos>

Piamba, C. (2008). *Las ciclorrutas dentro del proceso de valorización del espacio público en Bogotá* [Tesis

de pregrado]. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.

Quintero, C, M. (2023, 4 de abril). *En 2023 ya van dos alertas por la calidad del aire en Bogotá*.

Portafolio. <https://www.portafolio.co/economia/mala-calidad-del-aire-en-bogota-ya-van-dos-alertas-en-2023-580974>

Raffino. (2021, 5 de agosto). *Energías limpias*. Concepto. <https://concepto.de/energias-limpias/>

Sánchez, G. (2023, 14 de agosto). *¡El Sistema de Bicicletas Compartidas de Bogotá llegó al viaje un*

*millón!*. Bogotá gov. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/sistema-de-bicicletas-compartidas-de-bogota-alcanzo-el-viaje-un-millon>

Sánchez, G. (2023, 31 de agosto). *Bogotá cuenta con más ciclo-infraestructura y señalización segura para ciclistas*. Bogotá gov. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/cicloinfraestructura-y-señalización-segura-para-ciclistas-en-bogota>

Schwarz, M. (2022, 15 de febrero). *La misteriosa física de la bicicleta*. El Correo. <https://www.elcorreo.com/ciencia/vida/mecanismo-bicicleta-sigue-20220212151457-ntrc.html>

Secretaría Distrital de Movilidad. (2020). *Manual del buen ciclista (3ª ed) [PDF]*. Secretaría Distrital de Movilidad. [movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/05-10-2020/manual\\_del\\_buen\\_ciclista.pdf](http://movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/05-10-2020/manual_del_buen_ciclista.pdf)

Secretaria movilidad. (Secretaria Distrital, 2021). *Pico y Placa Solidario en Bogotá y calidad del aire [Video]*. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=oD\\_GadFulR0&t=116s](https://www.youtube.com/watch?v=oD_GadFulR0&t=116s)

Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, (2022, 5 de agosto). *Bogotá y sus localidades*. <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/bogodatos/bogota-y-sus-localidades>

Secretaria de movilidad (2023). *Calendario pico y placa [PDF]*. Secretaria de movilidad. [https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Temas/2023-09-01/calendario\\_pico\\_y\\_placa\\_2023-q3.pdf](https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Temas/2023-09-01/calendario_pico_y_placa_2023-q3.pdf)

Secretaría de Movilidad. (2023, 20 de octubre). *Plan de Movilidad Sostenible y Segura de Bogotá*. Secretaría de Movilidad. [https://www.movilidadbogota.gov.co/web/plan\\_de\\_movilidad\\_sostenible\\_y\\_segura](https://www.movilidadbogota.gov.co/web/plan_de_movilidad_sostenible_y_segura)

Secretaría de Movilidad. (2023, 31 de octubre). *Plan de Movilidad Sostenible y Segura de Bogotá [Video]*. Secretaría de Movilidad. <https://www.youtube.com/watch?v=Maz6jDGnu74>

Serrano, R. (2015). *Análisis del uso de ciclo rutas en la movilidad en Bogotá usando dinámica de sistemas [Proyecto de grado para pregrado]*. Universidad de los Andes.

Sitt. (2024, 12 de agosto). *Aspectos clave para una movilidad sostenible*. Sitt. <https://sittycia.com/blog-2/aspectos-clave-para-una-movilidad-sostenible/>

Wikipedia. (2024, diciembre 3). *Bogotá*. Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Bogot%C3%A1>

## Anexos A

### Distribución de cicloparqueaderos

**Tablero de control:** permite explorar los tipos de cicloparqueaderos por localidad. Este tablero integra múltiples elementos visuales, como mapas, listas, gráficos y medidores, que trabajan conjuntamente en una sola pantalla para ofrecer una comprensión clara y rápida de la información presentada. La interactividad del tablero permite a los usuarios explorar los datos de manera dinámica, facilitando el análisis detallado y la identificación de patrones relevantes.

**Enlace:** <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/99f28b017d604dba891e4b2b1d34c679>

## Anexos B

### Sensores para conteo de bicicletas en la ciudad de Bogotá

**Tablero de control:** presenta una visualización interactiva del comportamiento de los sensores de movilidad ubicados en distintas localidades de Bogotá. A través de gráficos y mapas dinámicos, es posible observar la cantidad de sensores activos.

**Enlace:** <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/32909260c3394772a110c3758a2d580c>

## Anexos C

### Ciclovía en Bogotá-Diagnóstico por localidad

**Tablero de control:** El tablero de control presenta un diagnóstico por localidad sobre la red de ciclovías dominicales y festivas en Bogotá. A través de un gráfico de líneas, se visualiza la disponibilidad de ciclovía por localidad en términos de longitud (km), permitiendo identificar qué zonas cuentan con mayor cobertura. Incluye además un mapa interactivo con la ubicación espacial de los tramos activos y un panel detallado con la lista de ciclovías, donde se especifica el nombre, dirección, horario de funcionamiento y estado operativo de cada una, según lo programado por el IDRD.

**Enlace:** <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/a25aa0add43a4eb99a4a11d79098d40c>

## Anexos D

### Tipo de ciclo-infraestructura-Diagnóstico por localidad

**Tablero de control:** proporciona una representación detallada del tipo de infraestructura ciclista presente en la ciudad de Bogotá. A través de mapas temáticos y visualizaciones interactivas, permite identificar la distribución espacial de los diferentes tipos de ciclo-infraestructura, tales como ciclorrutas y ciclobandas. Asimismo, el tablero facilita la exploración por localidad y tipo de vía, permitiendo evidenciar las zonas con mayor cobertura y conectividad ciclística.

**Enlace:** <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/d64223d234e042d59b87ccf9688b9826>

## Anexos E

### Encuesta RutasBici

**Tablero de control:** El formulario de encuesta fue diseñado en Survey123 para recopilar información georreferenciada sobre los recorridos habituales de ciclistas en Bogotá. A través de este instrumento, los usuarios indicaron su localidad de origen, frecuencia de uso de la bicicleta, motivo del viaje y trazaron sobre un mapa su ruta cotidiana. Esta información fue complementaria para identificar las rutas de mayor demanda y analizar su relación con la infraestructura ciclística existente.

Enlace: <https://survey123.arcgis.com/share/74a33c71ba994bca979936bf17a7647f>