

# **Análisis de accesibilidad peatonal en el sistema de transporte masivo: Transmilenio.**

**Gretty Viviana Acosta Arregocés**

**Luz Ángela Silva Álvarez**

Propuesta de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Análisis y Modelamiento Espacial

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Manizales, 2023

## RESUMEN

La accesibilidad peatonal a las estaciones de TransMilenio desempeña un papel crucial en la vida cotidiana de los habitantes de una ciudad, ya que está intrínsecamente ligada al acceso a una amplia gama de bienes y servicios. La implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en este contexto permite comprender mejor esta relación y diseñar estrategias para mejorar la accesibilidad y, en última instancia, la calidad de vida de la población.

La movilidad urbana y su extensión a las áreas metropolitanas constituyen un aspecto de suma relevancia en la planificación territorial, ya que ejercen una influencia directa en las dinámicas socioeconómicas y en la calidad de vida de los ciudadanos. El crecimiento demográfico de las urbes y la gradual eliminación de los límites urbanos han propiciado la formación de conurbaciones y zonas metropolitanas. Estas áreas demandan un sistema de transporte que cumpla con estándares de excelencia, y que se rija por un marco institucional capaz de fomentar un desarrollo integral de la infraestructura de transporte.

En este trabajo se busca evidenciar las zonas con mayor cobertura de servicios y su relación con la equidad y provisión.

## **ABSTRACT**

Pedestrian accessibility to TransMilenio stations plays a crucial role in the daily lives of a city's inhabitants, as it is intrinsically linked to access to a wide range of goods and services. The implementation of a Geographic Information System (GIS) in this context allows for a better understanding of this relationship and the design of strategies to improve accessibility and ultimately the quality of life of the population.

Urban mobility and its extension to metropolitan areas is a highly relevant aspect in territorial planning, as it has a direct influence on socio-economic dynamics and the quality of life of citizens. The demographic growth of cities and the gradual elimination of urban boundaries have led to the formation of conurbations and metropolitan areas. These areas demand a transport system that meets standards of excellence and is governed by an institutional framework capable of promoting the comprehensive development of transport infrastructure.

This paper seeks to highlight the areas with the greatest coverage of services and their relationship with equity and provision.

## CONTENIDO

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN	7
Descripción del área problemática	7
Formulación del problema	8
Justificación	12
OBJETIVOS	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
ANTECEDENTES	18
REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL	20
Referente teórico	21
METODOLOGÍA	26
Enfoque metodológico	27
Tipo de estudio	27
Procedimiento	28
DESARROLLO Y RESULTADOS DE LA METODOLOGÍA	29
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fuentes de información identificada	27
Tabla 2. Capas obtenidas	28
Tabla 3. Población por localidades	38
Tabla 4. Número de habitantes por Trazado a distintas distancias	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fallecidos por siniestros viales	6
Ilustración 2. Crecimiento	
Figura 2. Crecimiento anual de la participación de los modos de transporte entre el 2011 y 2019	9
Figura 3. Índice de Necesidades de Transporte para cada UPZ de Bogotá	10
Figura 5. Mapa de distribución de estratos en Bogotá y localización de estaciones.	11
Figura 6. Mapa del sistema masivo de transporte de Bogotá, Transmilenio	12
Figura 7. Selección realizada	30
Figura 8. Selección realizada	30
Figura 9. Selección realizada	31
Figura 10. Join	32
Figura 11. Selección realizada	35
Figura 12. Caracterización componentes zona de estudio	37
Figura 13. Población por localidad 2020	39
Figura 14: Densidad Poblacional	40
Figura 15: Select by location	41
Figura 16: Validaciones por estación	

anual de la participación de los modos de transporte entre el 2011 y 2019	9
Ilustración 3. Índice de Necesidades de Transporte para cada UPZ de Bogotá	9
Ilustración 4. Mapa del sistema masivo de transporte de Bogotá, Transmilenio	10
Ilustración 5. Mapa de distribución de estratos en Bogotá y localización de estaciones.	10

# **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN**

## **Descripción del área problemática**

La movilidad en las ciudades y su área metropolitana es uno de los temas de mayor relevancia al momento de planear un territorio debido a que esta influye de manera directa en sus dinámicas sociales, económicas y en la calidad de vida de los habitantes. Con el crecimiento demográfico de las ciudades y la desaparición de los límites urbanos, se generaron conurbaciones y áreas metropolitanas a las cuales se les debe proveer de un servicio de transporte que responda a estándares de calidad, bajo un esquema institucional que permita el desarrollo integral de la infraestructura de transporte.

La equidad y su relación con la movilidad han ganado una atención significativa en la investigación académica y las prácticas de planificación territorial. Académicos han abordado las dimensiones éticas de la movilidad (Wee, 2011), contribuyendo a la literatura existente sobre la relación entre movilidad y exclusión social. El concepto de accesibilidad se ha convertido en un objetivo clave en la planificación del transporte, permitiendo el análisis de las desigualdades socioespaciales en diferentes contextos territoriales.

La disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de transporte público varían mucho, con algunas áreas que tienen redes bien desarrolladas, mientras que otras carecen de opciones suficientes. Esto dificulta que las personas con recursos limitados accedan a oportunidades de trabajo, educación, atención médica y otros servicios esenciales.

Ciudades como Bogotá con su alta densidad (Banco Mundial, 2010) y patrones de movilidad complejos, experimentan notables desigualdades en la distribución de la concentración habitacional, las prácticas de movilidad y el acceso a oportunidades urbanas.

Estas desigualdades son el resultado de múltiples factores, como las diferencias socioeconómicas, los patrones históricos de desarrollo urbano y las políticas gubernamentales. Las disparidades se pueden ver en varios aspectos, como las opciones de vivienda, la infraestructura de transporte y la disponibilidad de comodidades y servicios. Además de los desafíos existentes, esta región también enfrenta problemas de calidad dentro de los servicios de transporte, lo que exacerba aún más estas disparidades.

Para el caso de Bogotá, la ciudad cuenta con 7.834.167 de habitantes (Distrital, 2021), sólo en su área urbana, y concentra el 24,4% del PIB nacional (ESTADÍSTICA, 2022) concentrando el mayor peso económico para el país y concentrando gran parte de las dinámicas de este. Por lo anterior, enfrenta grandes retos en proveer infraestructura y equipamientos de soporte; en el caso de la infraestructura de transporte, según el ex contralor Distrital, Diego Ardila:

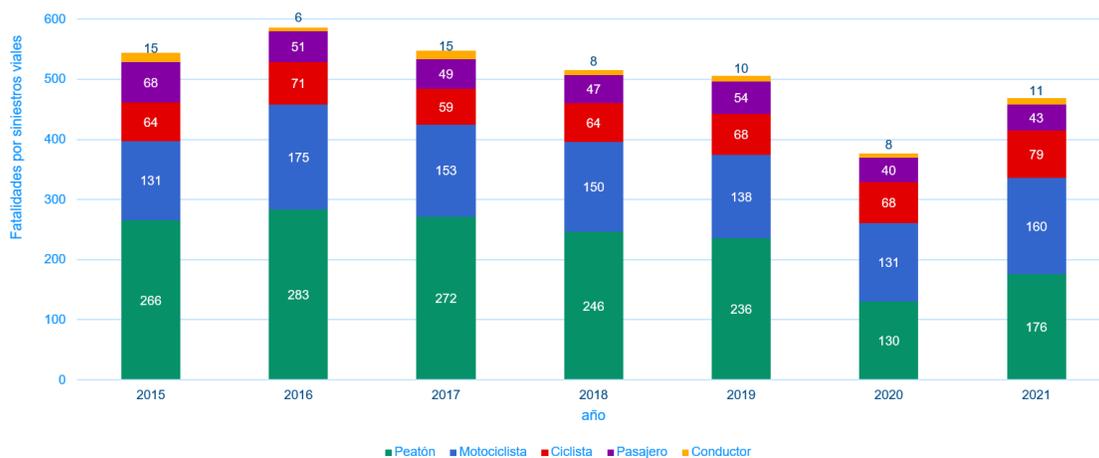
*“El retraso en materia de transporte no es sólo de la actual administración, Bogotá tiene un retraso de 50 años en infraestructura vial y en soluciones a la problemática de transporte, queremos ver una política pública coherente, clara y definida, a mediano y a largo plazo. Hay que abonar que la actual Administración acaba de hacer el contrato para la ingeniería de detalle en la primera línea de metro pesado. Es fundamental que los gobernantes no sólo piensen en sus cuatro años de mandato, sino en el futuro de la ciudad”* (Ardila, 2013)

A este atraso en materia de infraestructura se suman problemáticas alrededor de las tres externalidades negativas asociadas al transporte, que en Bogotá ha implicado, entre otras cosas, el crecimiento del parque automotor y una disminución de los viajes en servicio público:

- Siniestralidad vial: Entre 2017 y 2020 la tasa de mortalidad por siniestros viales en Bogotá descendió un 35 %, al pasar de 7,5 a 4,9 fallecidos por cada 100.000 habitantes. Para el año 2021 se presentó un incremento del **24 %** en

el número de fallecidos, frente a 2020 (Secretaría Distrital de Movilidad, Secretaria Distrital de Ambiente, Steer y Centro Nacional de Consultoría, 2019).

Figura 1. Fallecidos por siniestros viales



Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad, Secretaria Distrital de Ambiente, Steer y Centro Nacional de Consultoría, 2019

- Contaminación: Según los resultados de la Secretaría de Movilidad, las fuentes móviles generan cerca del 80 % de las emisiones de material particulado (PM10 y PM2,5), las mayores emisiones se concentran en las localidades de Kennedy, Fontibón, Usaquén, Suba y Engativá (Secretaría Distrital de Movilidad, Secretaria Distrital de Ambiente, Steer y Centro Nacional de Consultoría, 2019).
- Congestión vehicular: Desde 2011 al 2019 se ha evidenciado un fuerte crecimiento del uso de motocicletas con un 10,09% situación que no se presenta en el caso del servicio público donde el crecimiento es de tan solo 0,45% (Secretaría Distrital de Movilidad, Secretaria Distrital de Ambiente, Steer y Centro Nacional de Consultoría, 2019)

Figura 2. Crecimiento anual de la participación de los modos de transporte entre el 2011 y 2019

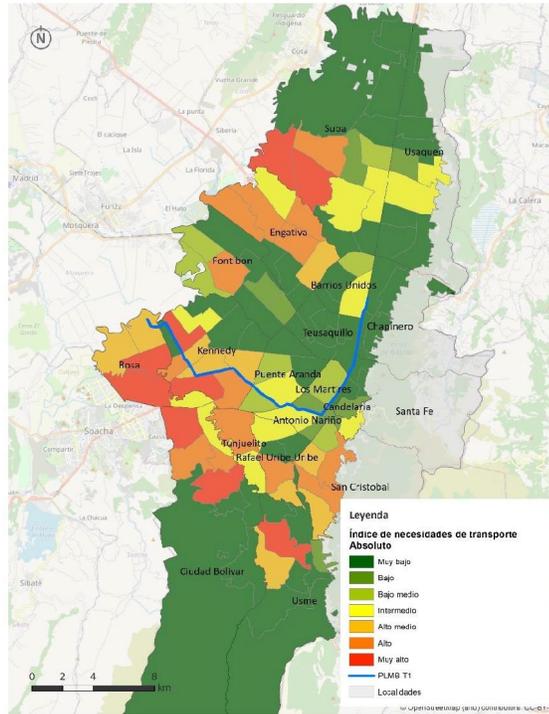


Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad, Secretaria Distrital de Ambiente, Steer y Centro Nacional de Consultoría, 2019

El transporte público representa el mecanismo de movilidad urbana cotidiana de mayor importancia para la población en general. Este presenta como principales características la movilización simultánea volúmenes importantes de pasajeros por corredores definidos de acuerdo con rutas prediseñadas con el fin de satisfacer la demanda y la cobertura en términos espaciales. En este sentido, se considera que la adecuada accesibilidad en términos de transporte garantiza el derecho a la ciudad por parte de sus habitantes y se ha configurado como una categoría de importancia para desequilibrar las inequidades y disminuir aspectos propios de las dinámicas urbanas como la segregación socioespacial.

En el caso de Bogotá el índice de necesidades de transporte para cada Unidad de Planeación Zonal (UPZ) evidencia que el cinturón periférico del occidente y las localidades del sur presentan necesidades de transporte que oscilan en las categorías de alto y muy alto.

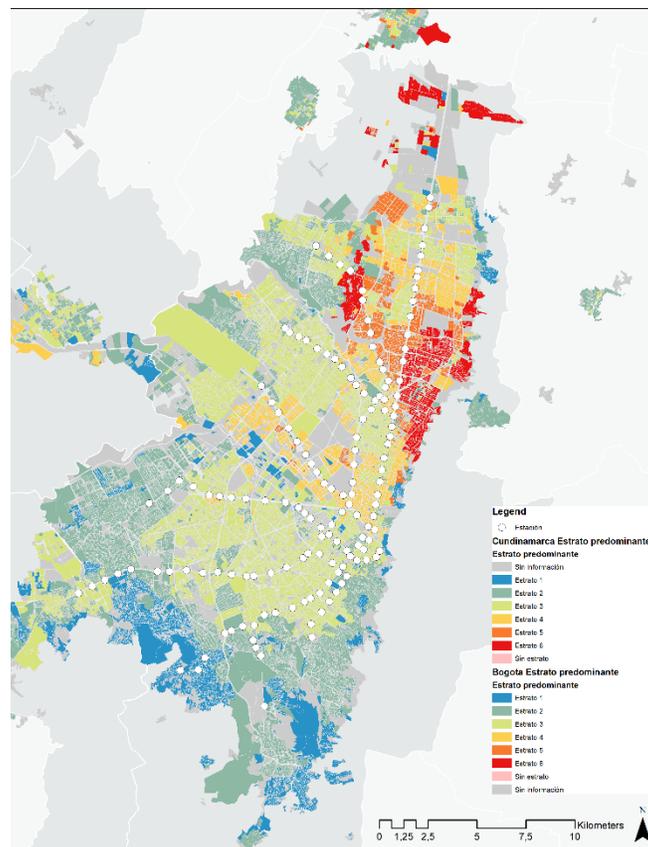
Figura 3. Índice de Necesidades de Transporte para cada UPZ de Bogotá



Fuente: (Unión Temporal Egis-Steer Metro Bogotá, 2021)

La satisfacción de necesidades de transporte está determinada por la accesibilidad y la conectividad que presentan las infraestructuras de transporte. En este sentido, la accesibilidad se define como la serie de condiciones que permiten que un sistema de transporte brinde acceso efectivo a los individuos a los lugares principales o centralidades según se determine. Por su parte, la conectividad hace referencia al grado de comunicación entre los componentes del sistema, con énfasis en las redes viales. Estos dos conceptos constituyen características necesarias para el desarrollo y ordenamiento de las áreas urbanas exitosas y justas (Cass et al., 2005; Preston y Rajé, 2007).

Figura 5. Mapa de distribución de estratos en Bogotá y localización de estaciones.



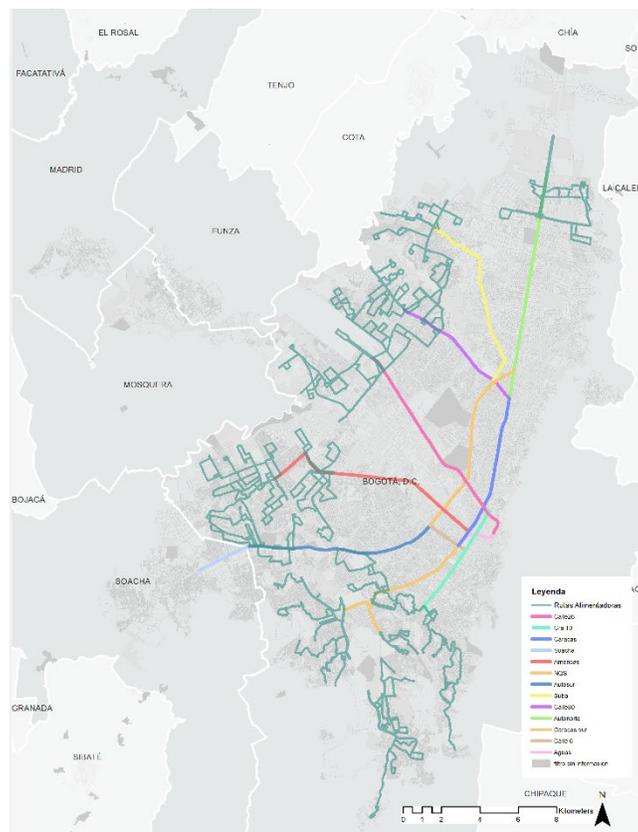
## Formulación del problema

En los últimos 30 años la ciudad de Bogotá ha registrado un avance en aspectos de infraestructura y cobertura de transporte avanzando en términos de estandarización de sistemas, la modernización de la flota de buses y la operación que ha sido entregada en su mayor proporción a consorcios privados que interactúan en asociación con los esquemas públicos de gobernabilidad.

Uno de los principales hitos en términos de los avances en transporte lo constituye Transmilenio, este Sistema de Transporte Masivo se fundamenta en un eje estructurador del

transporte público en la ciudad de Bogotá que debe consolidar la apuesta por la integración, la cobertura espacial en términos de prestación de servicio y la eficiencia; así como la interacción con otros modos de transporte que suplan necesidades zonales específicas, respondan a características locales y de demanda diferenciada.

Figura 6. Mapa del sistema masivo de transporte de Bogotá, Transmilenio



Fuente: Elaboración propia.

Las últimas dos encuestas de movilidad indican que el 35% de los viajes realizados en Transmilenio tienen un tiempo de viaje entre 51 y 90 minutos, ocupando el segundo lugar,

después de los viajes cortos de menos de 30 minutos. Esto demuestra que los flujos de pasajeros se extienden por ejes opuestos de la ciudad y en este aspecto, es que se posiciona la accesibilidad como un concepto de fundamental importancia si se tiene en cuenta que, las áreas más segregadas de la ciudad, que dependen de estos servicios de transporte para sus desplazamientos diarios, se enfrentan a dificultades significativas para llegar a las estaciones o paradas de transporte público de manera segura y eficiente. Este problema no solo afecta la movilidad de la población, sino que también contribuye al deterioro de indicadores asociados a la siniestralidad vial, contaminación y deterioro del medio ambiente y la congestión vehicular debido al uso excesivo de vehículos privados.

Además, la falta de accesibilidad peatonal y la carencia de análisis que se centren en los peatones y la cercanía a las estaciones puede excluir a ciertos grupos de la sociedad, como personas con discapacidades o de bajos recursos, de la posibilidad de utilizar los sistemas de transporte masivo, lo que a su vez perpetúa las desigualdades en el acceso a oportunidades económicas y sociales y a la democratización de la ciudad y sus servicios. Por lo tanto, es esencial abordar este problema para mejorar la calidad de vida de la población, promover la movilidad sostenible y fomentar la equidad en el acceso al transporte público.

Expuesto lo anterior se formula lo siguiente: ¿Cuáles son las zonas con mayor y menor accesibilidad peatonal al Sistema Masivo de Transporte en Bogotá, según variables tendientes a la equidad, vista desde la cobertura en términos de estaciones y aspectos demográficos que incorporen nociones propias de planteamientos como la ciudad de los 15 minutos y factores asociados con base en la aplicación de los sistemas de información geográfica?

## Justificación

En un país cada vez más urbanizado, la movilidad eficiente y sostenible es esencial para garantizar la calidad de vida de la población en las ciudades. Los sistemas masivos de transporte desempeñan un papel crucial en la gestión de la movilidad urbana, al tiempo que contribuyen a la reducción de los indicadores asociados a las externalidades negativas asociadas al transporte la congestión, la siniestralidad y la contaminación. Sin embargo, para que estos sistemas sean verdaderamente efectivos, es fundamental abordar uno de los desafíos más apremiantes: la accesibilidad peatonal.

La accesibilidad peatonal se refiere a la capacidad de las personas para acceder de manera segura y eficiente a las estaciones del sistema de transporte público a pie. La falta de accesibilidad adecuada puede obstaculizar el uso de los sistemas masivos de transporte y limitar el acceso a oportunidades económicas y sociales que ofrece la ciudad, para amplios segmentos de la población, incluyendo a personas con discapacidades, cuidadores y aquellos que dependen del transporte público para recorrer grandes distancias.

En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se erigen como una herramienta esencial para abordar y analizar la capacidad peatonal de cada una de las estaciones del sistema masivo de transporte Transmilenio. Los SIG permiten la recopilación, análisis y visualización de datos geospaciales que son fundamentales para identificar áreas con deficiencias en accesibilidad, evaluando el alcance para cada estación a 5, 10 y 15 minutos, esto en el marco de la “ciudad de los 15 minutos” (El Nuevo Siglo, 2023).

Este trabajo se justifica en 3 dimensiones:

**Impacto Social:** Mejorar la accesibilidad peatonal beneficia directamente a la población al hacer que los sistemas de transporte sean más inclusivos y accesibles para todos, independientemente de su movilidad o capacidad física.

**Eficiencia Urbana:** La optimización de la accesibilidad peatonal reduce la congestión del tráfico, lo que a su vez mejora la eficiencia de la movilidad urbana y reduce la contaminación ambiental.

**Planificación Sostenible:** Abordar la accesibilidad peatonal se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible al promover la movilidad sostenible (Naciones Unidas, 2015) y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En resumen, este trabajo busca utilizar las capacidades de los SIG para identificar, analizar y diagnosticar las falencias en accesibilidad peatonal en el sistema Transmilenio, en términos de cobertura, con el objetivo de promover un desarrollo urbano más sostenible y equitativo.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Analizar la accesibilidad peatonal al sistema de transporte público masivo cofinanciado por la Nación que opera en la ciudad de Bogotá mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, como insumo de apoyo a la formulación, implementación y seguimiento de políticas, programas y proyectos de movilidad urbana y regional.

### Objetivos específicos

- Recopilar, procesar y visualizar información geográfica de los sistemas de transporte público masivo cofinanciados por la Nación que operan en la ciudad de Bogotá y Soacha.
- Elaborar cartografía e indicadores sobre la constitución demográfica y el estado actual del sistema de transporte público masivo Transmilenio en Bogotá.
- Evaluar a partir de procedimientos de análisis espacial la accesibilidad peatonal a las estaciones de servicio de transporte público masivo para Bogotá.

## ANTECEDENTES

Sobre el acceso a los sistemas de transporte y sus características en Colombia, se han presentado múltiples estudios de tipo investigativo y práctico, desde múltiples enfoques, los cuales exploran aspectos como la infraestructura, cobertura, accesibilidad y recientemente, las percepciones de los usuarios. La revisión documental muestra que, desde la década del noventa, han aumentado los estudios enfocados en la experiencia integral y cumplimiento de los objetivos propuestos por los sistemas de transporte, como indica Vega (2006) la accesibilidad se ha configurado como un concepto central en la planificación de sistemas de transporte, lo cual se debe a requerimientos de tipo normativo y el avance en la calidad de prestación del servicio.

En un trabajo realizado sobre variables que impactan las decisiones modales de los usuarios, Ortúzar y Willunsem (2008) proponen el estudio de la accesibilidad más allá de la infraestructura y la red de transporte, integrando así, aspectos de experiencias de los usuarios como la comodidad y/o conveniencia y regularidad. Este aspecto es abordado por Vasconcellos (2010) que propone diferenciar el concepto en dos grandes grupos o categorías de estudio: la macroaccesibilidad y la microaccesibilidad. La primera hace referencia a la suma de los procesos relacionados con la experiencia de viaje: preparación, espera, recorrido y trayecto al destino. Por su parte, la microaccesibilidad se refiere más que todo a las cuestiones del vehículo en el que se realice el viaje y su adaptación a la infraestructura urbana.

El enfoque de movilidad también ha sido abordado por autores como Henry Talavera (2014) quien considera que la accesibilidad es una de las condiciones garantes de la movilidad peatonal y se refiere a aspectos de planeación en términos de infraestructura y operación de los modos de transporte.

En la línea de las nuevas tendencias el postulado de la ciudad de los quince minutos reconoce que dada la diversidad de usuarios que habitan en las ciudades, es fundamental llevar a cabo un análisis completo del espacio urbano. Esto va más allá de considerar únicamente aspectos como rampas y escalones que mejoran la accesibilidad física. También es esencial prestar atención a otros elementos del entorno que pueden crear barreras, a veces de manera menos evidente como aquellas vinculadas a la infraestructura, cobertura deficiente y aspectos de acceso por parte de áreas segregadas.

El abordaje y procesamiento de datos y análisis de tipo espacial ha aumentado desde la década de los sesenta. En términos de sistemas de información geográfica, Thong y Wong (1997) detallaron el desarrollo de un sistema de información geográfica (SIG) prototipo diseñado para la planificación del transporte urbano en un área de reurbanización del sureste de Kowloon, Hong Kong. El enfoque central de su base de datos SIG buscó la eficiencia del ingreso y la recuperación de datos, especialmente diseñados para ser altamente beneficiosos para los planificadores de transporte.

Desde otra perspectiva, hay estudios de evaluación de la accesibilidad peatonal asociados con diversas variables, incluyendo factores relacionados con la salud física y la demanda de peatones, entre otros. Esto se ilustra en un estudio realizado por Frank (2006), cuyo propósito era correlacionar un índice de accesibilidad con la actividad física y enfermedades crónicas como la diabetes, la hipertensión y la obesidad. El cálculo de este índice de accesibilidad se lleva a cabo mediante la suma de valores estandarizados, y los atributos considerados para su creación incluyen la densidad residencial, la conectividad, el uso del suelo y el porcentaje de área comercial en relación con el área total de la zona. Desde otra perspectiva, Zapata y Cardona (2012) realizaron un estudio de caracterización y análisis de los componentes fundamentales de la infraestructura vial, empleando los Sistemas de Información Geográfica como la herramienta principal para gestionar la información y componentes de la red.

## REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL

- **Ley 310 del 1996: Financiación sistemas de transporte<sup>1</sup>.** Mediante esta ley se viabilizó el apoyo de la Nación a la financiación de la implementación a nivel territorial de sistemas de transporte para pasajeros SITM, SITP, SETP Y SITR a nivel territorial en hasta un 70%.
- **Ley 388 de 1997: Ley de Ordenamiento Territorial<sup>2</sup>.** Establece mecanismos que facultan al municipio, en ejercicio de su autonomía, para promover la ordenación de su territorio, la utilización equitativa y racional del suelo, la preservación y protección del patrimonio ecológico y cultural ubicado en su jurisdicción, y la prevención de desastres

---

<sup>1</sup> Disponible en: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0310\\_1996.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0310_1996.html)

<sup>2</sup> Disponible en: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0388\\_1997.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0388_1997.html)

en áreas de alto riesgo, así como para llevar a cabo acciones urbanísticas eficientes. Además, se reconoce la importancia del acceso y uso compartido de las infraestructuras de transporte y otros espacios públicos por parte de la población. Estos principios sentaron las bases para que Bogotá iniciara, en el año 2000, la reestructuración de su sistema de transporte público colectivo mediante la implementación de un sistema de tránsito rápido en autobús (BRT, por sus siglas en inglés) conocido como TransMilenio.

- **CONPES 3167: Política para Mejorar el Servicio de Transporte Público Urbano de Pasajeros**<sup>3</sup>. Política enfocada en la definición de incentivos para implementar sistemas de transporte con eficiencia operacional, económica y ambiental a nivel de las entidades territoriales. Esta política se impulsó principalmente el desarrollo de soluciones para el transporte público urbano de pasajeros, impulsando a los territorios a adelantar acciones para la transformación de su movilidad.
- **CONPES 3260: Política de Transporte Masivo**<sup>4</sup>. Proporcionó lineamientos para la participación de la Nación en la implementación de sistemas integrados de transporte masivo (SITM) avanzando en la reorganización y robustecimiento institucional, empresarial y de gestión de la prestación del servicio de transporte público en las ciudades intermedias del país mediante los sistemas estratégicos de transporte público (SETP).
- **Ley 1955 PND 2018-2022: Financiación de vehículos limpios**<sup>5</sup>. incorporó la movilidad urbana como una de las estrategias de la locomotora de vivienda y ciudades amables, y proporcionó un lineamiento de política integral que articula el componente urbano y el

---

<sup>3</sup> Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3167.pdf>.

<sup>4</sup> Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3260.pdf>.

<sup>5</sup> Expedido por la Ley 1450 del 16 de junio de 2011.

transporte de pasajeros, a través de la promoción de sistemas de transporte público, medidas de administración de la demanda y del uso del suelo.

- **CONPES 3819: Priorizar la consolidación de una red nacional intermodal en el marco del sistema de ciudades**<sup>6</sup>. Estableció los sistemas integrados de transporte regional (SITR) y las autoridades regionales de transporte, como esquemas para promover la articulación, complementariedad y coordinación de las ciudades del país para conformar un sistema de ciudades
  
- **CONPES 3991: Política Nacional de Movilidad Urbana y Regional**<sup>7</sup>. Formula alternativas para los diferentes actores de la movilidad, fortaleciendo la política de transporte público. Orienta la gestión de la movilidad de manera articulada con el modelo urbano fomentando las soluciones a largo plazo. Adicionalmente dispone acciones sobre los siguientes temas:
  - Aumento de la accesibilidad a los servicios de transporte urbanos y regionales.
  - Alcance de la equidad social y la calidad de vida de los ciudadanos, a través del transporte.
  - Realización del desplazamiento a toda la ciudadanía, de tal forma que condiciones económicas o de ubicación geográfica no sean limitantes para su desarrollo.
  
- **POT Bogotá**<sup>8</sup>: La iniciativa POT Bogotá Reverdece 2022-2035 tiene como objetivo crear una ciudad más conectada que brinde fácil acceso a servicios esenciales como salud, educación, cultura y recreación. También se centra en garantizar oportunidades de empleo

---

<sup>6</sup> Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3819.pdf>.

<sup>7</sup> Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3991.pdf>.

<sup>8</sup> Disponible en: [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/generales/abc\\_pot.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/generales/abc_pot.pdf).

y viviendas adecuadas. El objetivo es permitir que los residentes lleguen a estos servicios en 30 minutos caminando, en bicicleta o usando el transporte público.

## Referente teórico

A continuación, se realiza la definición de conceptos referenciales en términos teóricos para el desarrollo del trabajo

**ArcGIS:** Software desarrollado por ESRI que contiene un sistema completo para la recolección, organización, gestión, análisis, intercambio y distribución de información geográfica. La mayoría de los usuarios lo utilizan para resolver cuestiones tanto espaciales como numéricas, lo que les permite tomar decisiones informadas y planificar eficazmente en el ámbito territorial.

**Geodatabase (GDB):** Colección de conjuntos de datos geográficos de diversos tipos, que pueden residir en una carpeta del sistema de archivos estándar, en una base de datos de Microsoft Access o en una base de datos relacional multiusuario (DBMS). Las GDB pueden variar en tamaño y ser utilizadas por múltiples usuarios.

**BRT:** Bus Rapid Transit, o buses de tránsito rápido, es un sistema de transporte urbano de alta capacidad, de bajo costo de implementación y de alta calidad usado actualmente en Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Cúcuta, Medellín-Valle de Aburrá, Pereira y Soacha (Banco Mundial, 2010).

**CONPES:** Es el Consejo Nacional de Política Económica y Social, liderado por el Presidente de la República, ministros y el Departamento Nacional de Planeación. Esta entidad es la máxima autoridad nacional de planificación cumple la función de asesorar al

Gobierno en todos los asuntos vinculados al desarrollo económico y social del país (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

**DOT:** Desarrollo Orientado al Transporte, es una herramienta de planificación urbana y regional que busca a través de la gestión territorial e inversiones en infraestructura de transporte, mejorar indicadores de accesibilidad, superación de la pobreza y calidad de vida. Estimula la densificación y desarrollo alrededor de estaciones y corredores de transporte público masivo (Villaruel, 2023).

**POT:** Plan de Ordenamiento Territorial, ordena la política fiscal y administrativa a los municipios, reglamentado por la Ley 388 del 97. Es un conjunto de acciones concertadas para la transformación y ocupación del territorio buscando el desarrollo multidisciplinar del territorio (Ministerio de Vivienda, 2023).

**Sistema de ciudades:** Busca la creación de un marco de largo plazo que tenga como objetivo guiar, coordinar y optimizar las iniciativas de desarrollo emprendidas por las entidades nacionales en las distintas ciudades y regiones del país teniendo en cuenta las 58 ciudades aglomeradas y uninodales identificadas por el estudio. Esto se llevará a cabo considerando las particularidades de cada área y en consonancia con las políticas establecidas por las entidades territoriales correspondientes (Consejo Nacional De Política Económica Y Social, 2014).

**Sistemas de Información Geográficos:** corresponde a la combinación de recursos que incluye equipos, programas, métodos, personal y aspectos institucionales diseñados para adquirir, almacenar, analizar datos geográficos y generar información que respalde la toma de decisiones.

**Política pública:** Es una herramienta de planificación enfocada en la ejecución para alcanzar metas primordiales, resultado de un proceso colaborativo entre distintos sectores y

una creación conjunta en la que están involucrados la administración local, los ciudadanos, la sociedad civil, grupos comerciales, instituciones académicas, entre otros. Es un conjunto de objetivos, planes programas y proyectos, planteados en el marco de una necesidad identificada en una población (López Hernández, Jaramillo Garcés, Díaz Cuervo, & Osejo Villamil, 2022).

**Sintaxis espacial:** Es un conjunto de técnicas para analizar diseños espaciales y patrones de actividad humana en infraestructuras y áreas urbanas, se fundamenta en dos principios: las representaciones en el espacio y modelos interpretativos.

# METODOLOGÍA

## Enfoque metodológico

Para el desarrollo de este trabajo se tendrá un enfoque cuantitativo con la aplicación de sistemas de información geográfica, el cual involucra la integración de múltiples variables. Este enfoque se centra en la evaluación del acceso peatonal a las estaciones del transporte masivo de Transmilenio, teniendo en cuenta la infraestructura vial actual. Este abordaje meticuloso y basado en datos permite una comprensión más profunda de las dinámicas relacionadas con la planeación de la ciudad orientada al transporte y brinda información valiosa para la toma de decisiones informadas en la gestión territorial y democratización de la ciudad.

## Tipo de estudio

El tipo de estudio aplicado en esta investigación se caracteriza como un "estudio de análisis cuantitativo con enfoque geoespacial". Este enfoque se basa en la recopilación, análisis y procesamiento de datos cuantitativos relacionados con variables geográficas y urbanas. Específicamente, se emplean sistemas de información geográfica (SIG) para integrar y analizar datos geográficos, como la distribución poblacional, la segregación espacial y la accesibilidad peatonal al sistema de transporte masivo.

## Procedimiento

### ● Fase 1: Definición de dimensiones de análisis

**Demográfica:** Caracterización de la población y los hogares a partir de variables como grupos número de personas por hogar.

**Movilidad:** Caracterización de la movilidad urbana y regional a partir del análisis de la oferta y la demanda de los sistemas mediante variables como distribución espacial y horaria, demanda, entre otras.

**Socioeconómica:** Caracterización de las condiciones socioeconómicas de las personas y los hogares a partir de variables como necesidades básicas insatisfechas, ingresos y estratificación.

### ● **Fase 2: Identificación de bases de datos y de fuentes de información**

Para el desarrollo del trabajo, se abordaron dos fuentes de información y datos: En primer lugar, se identificaron los principales portales de acceso a información de literatura relacionados con aspectos de transporte, transporte público, accesibilidad y planeación urbana referente a la movilidad. Este grupo está conformado por (artículos de investigación, trabajos aplicados, informes, tesis, entre otros). Para ello, se emplearon los buscadores de Google Scholar, portales de tesis en línea, revistas de planeación urbana, sistemas de información geográfica y documentos de política pública de los últimos cinco años.

En referencia a la obtención de información espacial, se utilizó información de las principales instituciones Estatales de orden nacional y local: DANE, IGAC, IDECA, Transmilenio SA y Mapas de Bogotá principalmente. Esta información de libre descarga, fue obtenida durante el primer semestre de 2023. En su mayoría la información de tipo espacial, constituyo la descarga de geodatabases, shapes y bases de datos. En su mayoría, los shapes corresponden al formato vectorial, el cual se consideró apropiado para las dimensiones y los procesamientos a realizar. A continuación, se detallan las fuentes de información empleadas en el trabajo:

Tabla 1. Fuentes de información identificada

Dimensión	Base de datos	Nivel	Nivel de desagregación	Fuente	Año
Demográfica	Censo de población, vivienda y hogares	Nacional	Manzana	DANE	2018
Territorial	Usos del suelo (C. Centralizado)	Nacional	Predio	IGAC	2020
	Usos del suelo (C. Descentralizado)	Local	Predio	Entidades territoriales	2020
	Unidades económicas y equipamientos urbanos (Censo)	Nacional	Manzana	DANE	2018
	Distribución de población y densidad urbana	Nacional	Manzana	DANE	2018
Socioeconómica	Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) - Fuente censal	Nacional	Manzana	DANE	2018
Movilidad	Oferta de transporte (infraestructura y rutas)	Local	Línea y punto	Entidades territoriales	2020
	Demanda de transporte	Local	Línea y punto	Entidades territoriales	2020

Fuente: Elaboración propia

### ● Fase 3: Visualización de información y generación de indicadores y cartografía

Para la descarga de información de bases de datos, organización de tablas e información se utilizó Excel versión 2016. Con respecto a la visualización, procesamiento y generación de cartografía, se empleó el software ArcGIS en su versión 10.8, para la visualización, despliegue de bases de datos y procesamiento de capas en formato vector constituidas de tipo punto, línea y polígono. Para el procesamiento y visualización se utilizó el ArcCatalog, que permite la visualización organizada del conjunto de capas disponibles, la creación de nuevas capas y la creación y almacenamiento de cajas de herramientas para la organización esquemática de modelos. De igual manera, se utilizaron componentes del ArcTool Box para la utilización de herramientas de análisis, proyección y conversión de coordenadas y formatos de conversión a puntos y polígonos, así como, la realización de análisis espacial.

## DESARROLLO Y RESULTADOS DE LA METODOLOGÍA

El desarrollo se presenta a partir de los objetivos formulados y la realización de los procesamientos correspondientes:

- **Objetivo 1:** Recopilar, procesar y visualizar información geográfica de los sistemas de transporte público masivo cofinanciados por la Nación que operan en la ciudad de Bogotá y Soacha.

**Actividad 1:** Descarga de información y bases de datos

A continuación, se listan y describen las capas descargadas como insumos base para el respectivo procesamiento. Estas se obtuvieron desde los geoportales y páginas web de cada entidad, durante el primer semestre de 2023, estos datos presentan temporalidades en período 2018-2022.

*Tabla 2. Capas obtenidas*

Nombre de la capa	Fuente	Formato
MGN_DPTO_POL	DANE MGN 2021	Vector, tipo polígono
MGN_MPIO_POL	DANE MGN 2021	Vector, tipo polígono
MGN_URB_MANZANA_DATA	DANE MGN 2021	Vector, tipo polígono
MGN_URB_SECTOR	DANE MGN 2021	Vector, tipo polígono
Densidad habitacional hogares	DANE MGN 2021	Vector, tipo polígono
Índice de necesidades de transporte UPZ	IDECA 2020	Vector, tipo polígono
Malla vial Bogota	IDECA 2021	Vector, tipo polígono
Corrientes de agua	IDECA 2022	Vector, tipo polígono
Localidades	IDECA 2022	Vector, tipo polígono
Estratificación	IDECA 2022	Vector, tipo polígono
Estaciones Troncales de Transmilenio	IDECA 2022	Vector, tipo polígono
Proyectos troncales	IDECA 2022	Vector, tipo polígono
Limites Nacionales	IGAC 2022	Vector, tipo polígono
Limites Departamentales	IGAC 2023	Vector, tipo polígono

*Fuente: Elaboración propia*

**Actividad 2:** Visualización y homologación de información geográfica

Se realizó la revisión de cartografía, en referencia a topología e información de las tablas de atributos, simbología y número de registros. Se organizaron las geodatabases con la información descargada. La homologación comprendió la estandarización de las capas al sistema de coordenadas Magna Colombia Bogotá, elección que se realizó debido a que la mayor parte de la información se encontraba en este estándar.

**Actividad 3:** A partir de la obtención de información en formato vector y raster, se desarrolló un modelo espacial con la herramienta Model Builder de ArcGis 10.8 la cual permitió organizar secuencialmente los procesamientos a realizar de acuerdo con la metodología propuesta.

A continuación, se describe el proceso realizado:

**Selección del área de estudio**

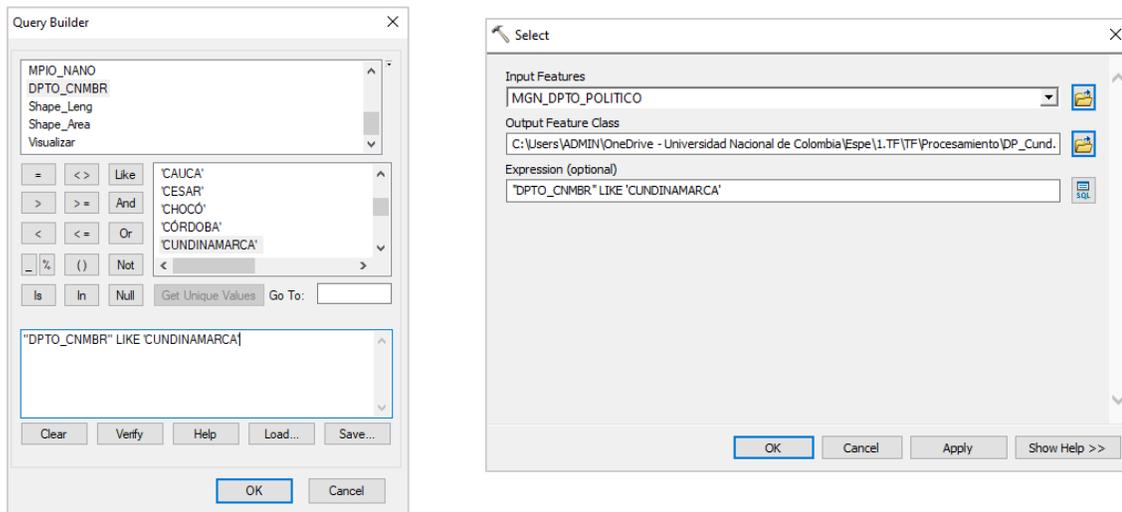
Para el cumplimiento de los objetivos definidos en el trabajo, fue necesario contar con información espacial base de los municipios de estudio correspondientes a Bogotá y Soacha en el Departamento de Cundinamarca. Para ello, se utilizó la información descargada del Marco Geoestadístico Nacional – MGN del DANE, el cual cuenta con información geográfica desagregada en áreas geoestadísticas (departamentos, municipios, cabeceras municipales, centros poblados, rural disperso, entre otras), delimitadas principalmente por accidentes naturales y culturales, a partir de los límites oficiales suministrados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Inicialmente se realiza la selección para obtener el shape de Cundinamarca, a partir del criterio *CNMBR* del shape *MGN\_DPTO\_POLITICO*:

**Selección municipios de Cundinamarca**

Con el fin de obtener información que permita mantener la continuidad espacial para representación cartográfica, en referencia al trabajo con división política administrativa, a partir del criterio *CNMBR* del shape *MGN\_MPIO\_POL* se seleccionan los municipios del Departamento de Cundinamarca:

Figura 7. Selección realizada

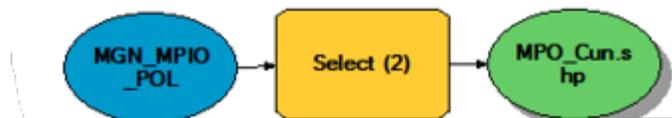


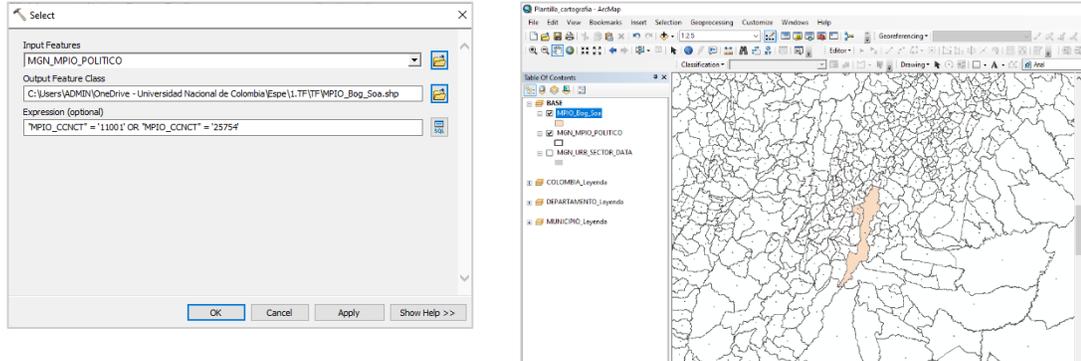
Fuente: elaboración propia

### Selección de municipio de trabajo

Se realiza la selección de los municipios correspondientes a Bogotá: 11001, a partir del Código DANE, por ser este un código de identificador único e irreplicable para los municipios del país.

Figura 8. Selección realizada



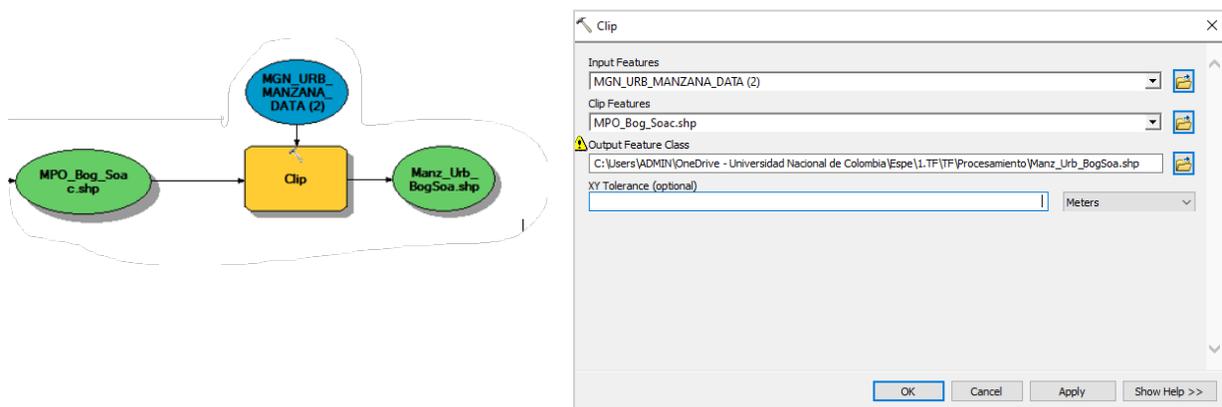


Fuente: elaboración propia

### Selección y corte de información catastral, vial a escala municipal

Con el uso de la herramienta Clip de ArcToolbox se realizó el corte de las manzanas y vías urbanas de Bogotá tomando como referente el shape MPO\_Bog\_Soac, esto con el fin de generar shapes independientes que permitieran operar con la información espacial necesaria:

Figura 9. Selección realizada

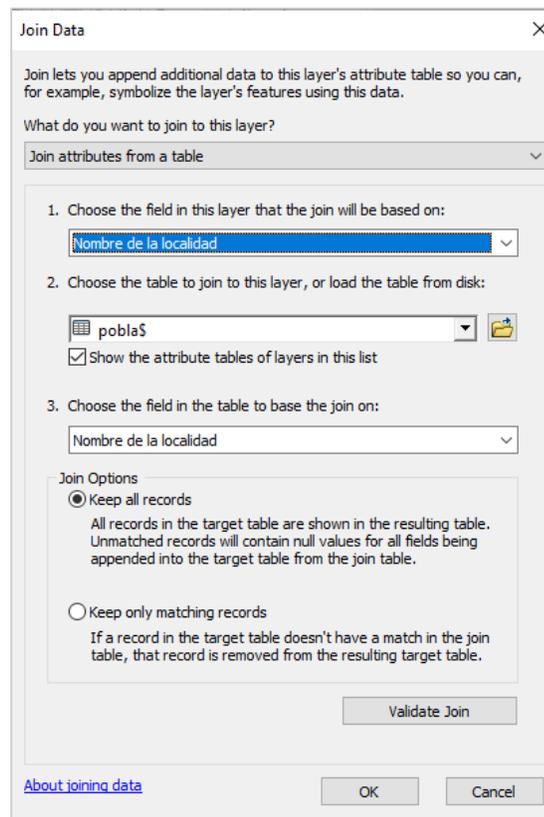
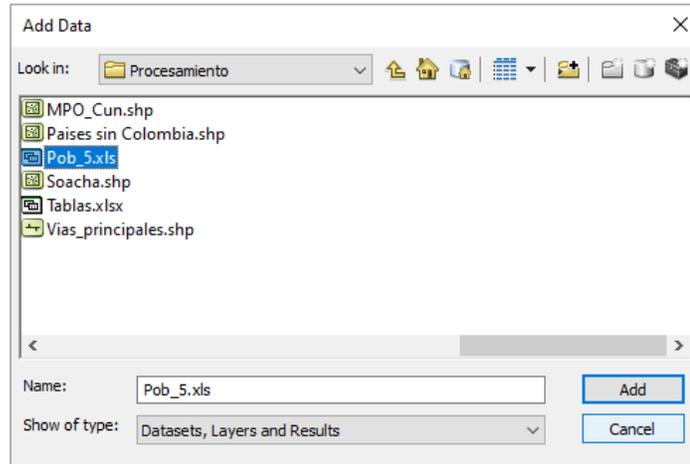


### Obtención y procesamiento de datos demográficos

Se consultaron datos demográficos relacionados con la cantidad de población en Bogotá en los último cinco (5) años a partir de 2018 - 2022, esta información se obtuvo del Censo Nacional de Población y las proyecciones poblacionales realizadas por el DANE las cuales no se encuentran espacializadas, por lo que se procedió a realizar la integración de la información a nivel de localidad ya que esta es la escala más refinada a la cual es posible acceder. Por ello se realizó la extracción de la información en Excel y su almacenamiento en formato .xls y se realizó el join de la información con la capa Localidades, tomando como llave el campo nombre de la localidad, el cual es irrepitible y se utiliza como identificador común:

Figura 10. Join

Nombre de la localidad	2018	2019	2020	2021	2022
Usaquen	535693	550706	564539	571268	579447
Chapinero	156479	163148	169786	173353	176471
Santa Fe	103985	105926	107458	107784	107630
San Cristobal	385514	392322	397410	401060	403674
Usme	363394	374887	384943	393366	400580
Tunjuelito	171632	175481	178667	180158	181476
Bosa	694397	707173	717694	722893	726293
Kennedy	1019748	1027373	1034379	1034838	1034293
Fontibon	365884	377118	386864	393532	399020
Engativa	792518	802780	811472	814100	815262
Suba	1152387	1192644	1227787	1252811	1273909
Barrios Unidos	133126	138316	143265	146876	150151
Teusaquillo	144526	152414	161222	167879	167657
Los Martires	73277	82957	83590	83426	83142
Antonio Nariño	79229	80095	81472	82201	82958
Puente Aranda	242905	247237	250968	253367	255123
La Candelaria	17075	17345	17611	17877	18143
Rafael Uribe Uribe	364532	372981	380073	383960	386696
Ciudad Bolivar	613127	628670	641306	649834	656015
Sumapaz	3138	3298	3449	3584	3713



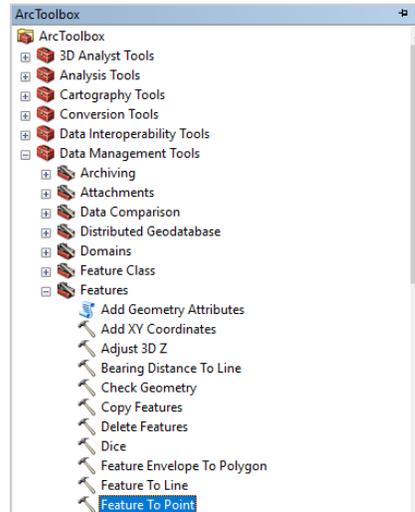
OBJECTID*	SHAPE*	Nombre de la localidad	Acto administrativo de la localidad	Area de la localidad	Ide	SHAPE Length	SHAPE Area	Nombre	2018	2019	2020	2021	2022
1	Polygon	Antonio Nariño	Acuerdo 117 de 2003	4879543.386429	15	0.108973	0.000397	Antonio	79229	80095	81472	82201	82958
2	Polygon	Tunjuelito	Acuerdo 117 de 2003	9910939.743566	06	0.210542	0.000807	Tunjuelito	171632	175481	178667	180158	181476
3	Polygon	Rafael Uribe Uribe	Acuerdo 117 de 2003	13634084.009516	18	0.174513	0.001126	Rafael Uri	364532	372981	380073	383960	386986
5	Polygon	Barrios Unidos	Acuerdo 8 de 1977	11903448.204869	12	0.121118	0.000969	Barrios U	133126	138316	143265	146876	150151
6	Polygon	Teusaquillo	Acuerdo 8 de 1977	14193168.127539	13	0.148314	0.001156	Teusaquillo	144526	152414	161222	167879	167657
7	Polygon	Puente Aranda	Acuerdo 8 de 1977	17311149.93626	16	0.161116	0.00141	Puente A	242905	247237	250968	253367	255123
8	Polygon	Los Martires	Acuerdo 8 de 1977	6514046.260401	14	0.099382	0.00053	Los Marti	73277	82957	83590	83426	83142
9	Polygon	Sumapaz	Acuerdo 9 de 1986	780968757.71904	20	1.914949	0.063549	Sumapaz	3138	3298	3449	3584	3713
10	Polygon	Usaquen	Acuerdo 3 de 1977 y Res 1751 de 2016	65201413.765592	01	0.436907	0.00531	Usaquen	535693	550706	564539	571266	579447
11	Polygon	Chapinero	Acuerdo 8 de 1977 y Res 1751 de 2016	38008914.994168	02	0.333966	0.003095	Chapinero	156479	163148	169796	173353	176471
12	Polygon	Santa Fe	Acuerdo 117 de 2003	45170645.867391	03	0.395052	0.003678	Santa Fe	103985	105926	107458	107784	107630
13	Polygon	San Cristobal	Acuerdo 117 de 2003	49098548.527195	04	0.363689	0.003998	San Crist	385514	392322	397410	401060	403674
14	Polygon	Usme	Acuerdo 15 de 1993	215066686.644418	05	0.982969	0.017508	Usme	363394	374887	384943	393366	400580
15	Polygon	Ciudad Bolivar	Acuerdo 14 de 1983	130002593.082614	19	0.702136	0.010585	Ciudad B	613127	628670	641306	649834	656015
16	Polygon	Bosa	Acuerdo 14 de 1983	23633196.089673	07	0.307901	0.001949	Bosa	694397	707173	717694	722893	726293
17	Polygon	Kennedy	Acuerdo 8 de 1977	38589733.811407	08	0.283582	0.003143	Kennedy	101974	102737	103437	103483	103429
18	Polygon	Fontibon	Acuerdo 8 de 1977	33281002.493482	09	0.321915	0.00271	Fontibon	365884	377118	386864	393532	399020
19	Polygon	Engativá	Acuerdo 8 de 1977	35880967.347053	10	0.291966	0.002922	Engativá	792518	802780	811472	814100	815262
20	Polygon	Suba	Acuerdo 8 de 1977	100560477.710216	11	0.592875	0.008191	Suba	115238	119284	122778	125281	127390

Fuente: elaboración propia

Una vez se cuenta con la columna de población para cada año, se procede a calcular el centroide de la capa Localidad, la cual es un polígono y con fines de representación se requiere contar con los puntos, esto se realiza mediante *ArcToolbox > Data Management Tools > Features > Feature to Point*

Figura 11. Selección realizada





*Fuente: elaboración propia*

### Selección de vías

Para el caso de los municipios de trabajo, se diferenciaron la malla vial arterial y la malla vial principal las cuales, facilitan la movilidad de larga y media distancia en la escala urbana. Para ello, se realizó una selección de las vías teniendo en cuenta la jerarquía en términos de los establecido en el artículo 165 del Decreto 190 de 2004 en relación a los componentes subsistema vial

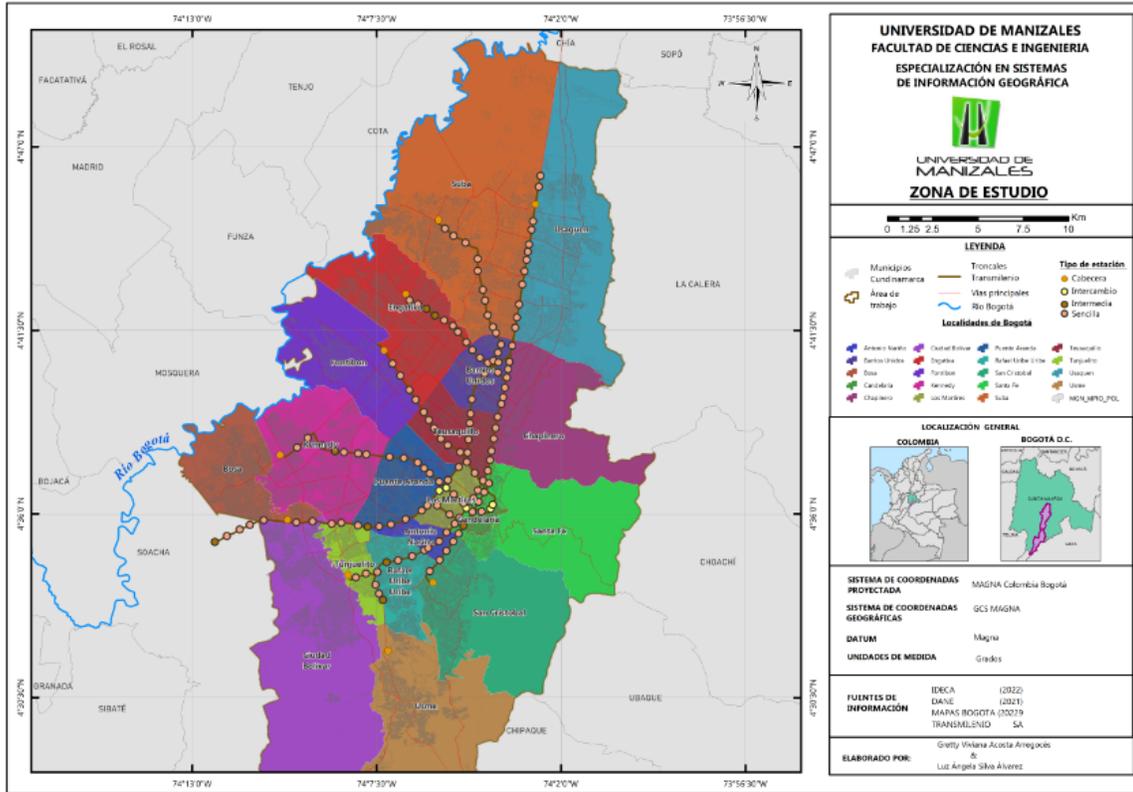
- **Objetivo 2:** Elaborar cartografía e indicadores sobre la constitución demográfica y el estado actual del sistema de transporte público masivo Transmilenio en Bogotá.

### Zona de estudio

La zona de estudio correspondiente a la ciudad de Bogotá presenta como particularidad, el trabajo exclusivo en área urbana, esto debido a que el sistema de transporte masivo Transmilenio concentra sus troncales en el área urbana. Por lo anterior, se excluyó a la Localidad de Sumapaz dado que, la zona rural no está integrada a este sistema de transporte

y adicionalmente, al presentar zonas de gran extensión generaría una distorsión en términos del análisis de accesibilidad a estaciones. Así, la cartografía generada contiene los límites municipales, las vías principales, localidades urbanas, el río Bogotá como principal límite natural con la sabana de occidente y norte, el trazado de troncales de Transmilenio y las estaciones correspondientes.

Figura 12. Caracterización componentes zona de estudio



Fuente: elaboración propia

### Componente demográfico

A partir de las proyecciones estadísticas realizadas por el DANE y confirmadas por la Secretaría de Planeación Distrital, se evidencia que la población urbana de Bogotá se concentra en su mayoría en las localidades ubicadas en el borde occidental y el sur de la ciudad. En términos de número de habitantes por localidad, las localidades de Suba y Kennedy concentran población que sobrepasa el millón de habitantes, mientras que, las localidades ubicadas en el centro histórico tradicional de la ciudad tienen menos de 100.000 habitantes. Es importante mencionar que, en el caso de la localidad de Sumapaz, esta no fue

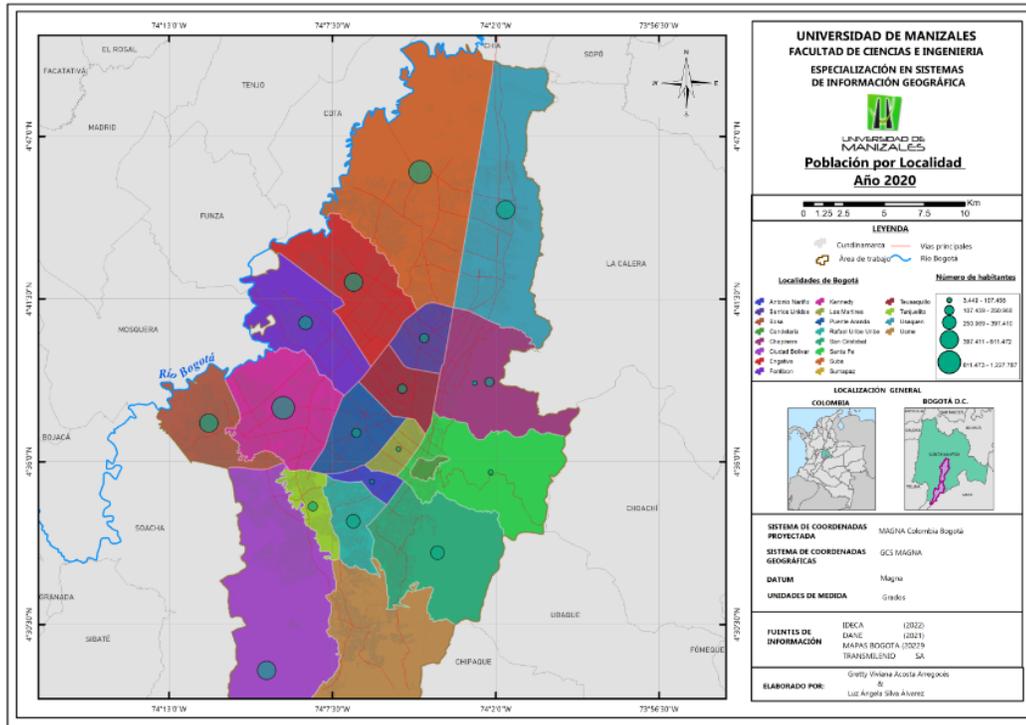
tenida en cuenta debido a su carácter rural, caracterizado por la predominancia de ecosistema de bosque y páramo y un bajo número de población, en su mayoría campesina.

*Tabla 3: Población por localidades 2018-2022*

Nombre de la localidad	Población por año (número de habitantes)				
	2018	2019	2020	2021	2022
La Candelaria	17075	17345	17611	17877	18143
Antonio Nariño	79229	80095	81472	82201	82958
Los Martires	73277	82957	83590	83426	83142
Santa Fe	103985	105926	107458	107784	107630
Barrios Unidos	133126	138316	143265	146876	150151
Teusaquillo	144526	152414	161222	167879	167657
Chapinero	156479	163148	169786	173353	176471
Tunjuelito	171632	175481	178667	180158	181476
Puente Aranda	242905	247237	250968	253367	255123
Rafael Uribe Uribe	364532	372981	380073	383960	386696
Usme	363394	374887	384943	393366	400580
Fontibon	365884	377118	386864	393532	399020
San Cristobal	385514	392322	397410	401060	403674
Usaquen	535693	550706	564539	571268	579447
Ciudad Bolivar	613127	628670	641306	649834	656015
Bosa	694397	707173	717694	722893	726293
Engativa	792518	802780	811472	814100	815262
Kennedy	1019748	1027373	1034379	1034838	1034293
Suba	1152387	1192644	1227787	1252811	1273909

*Fuente: elaboración propia*

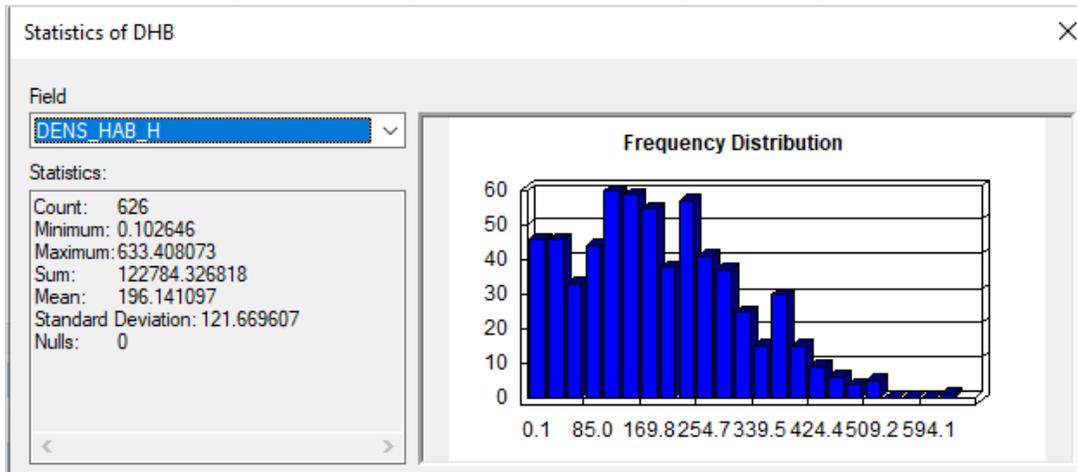
Figura 13: Población por localidad 2020



Fuente: elaboración propia

### Densidad Poblacional

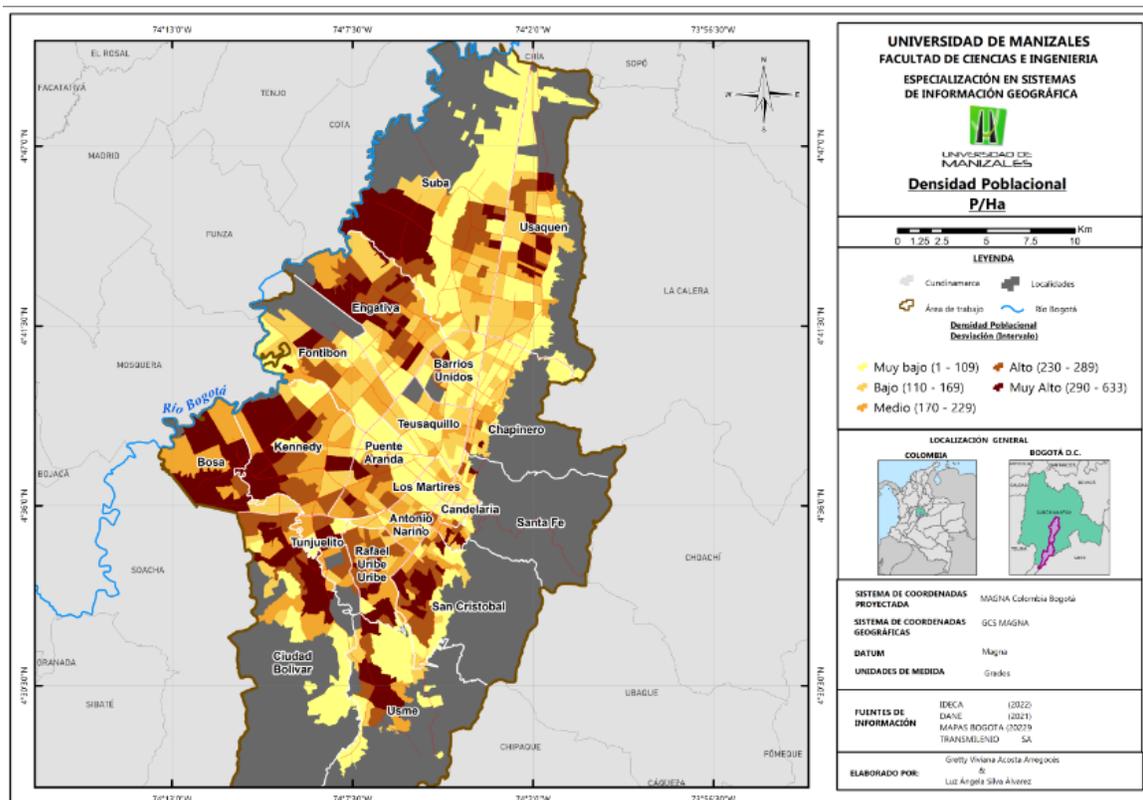
Para este cálculo se realizó la relación del número de habitantes por hectárea. Posteriormente se organizaron y representaron los datos por clases generando una simbología



que permita diferenciar las áreas con mayor y menor densidad. De acuerdo con las características estadísticas de los datos, que presentan una desviación alta, cercana a la media y para facilitar la visualización de los registros se realiza una clasificación en intervalos mediante la desviación estándar, la cual se asigna con un tamaño de intervalo de  $\frac{1}{2}$  desviación que permita denotar las características de cada rango y su distancia con respecto a la media del total de la ciudad. En total se definieron cinco (5) clases: muy bajo, bajo, medio, alto, y muy alto.

Como es posible apreciar, la mayor densidad poblacional se presenta en las periferias urbanas y específicamente en cercanías a los bordes, en las localidades de Kennedy, Suba, Ciudad Bolívar y en menor medida, en el borde urbano de Usaquén.

Figura 14: Densidad Poblacional

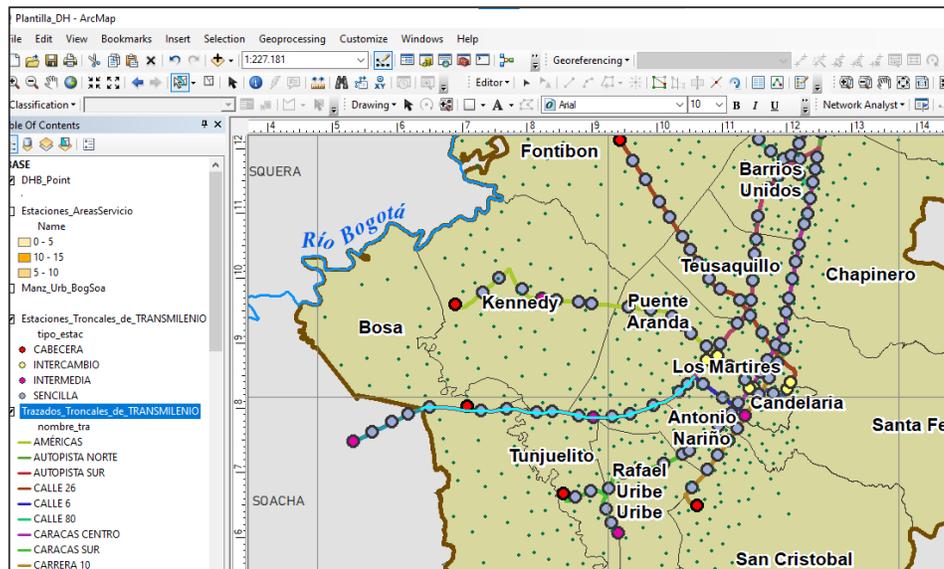


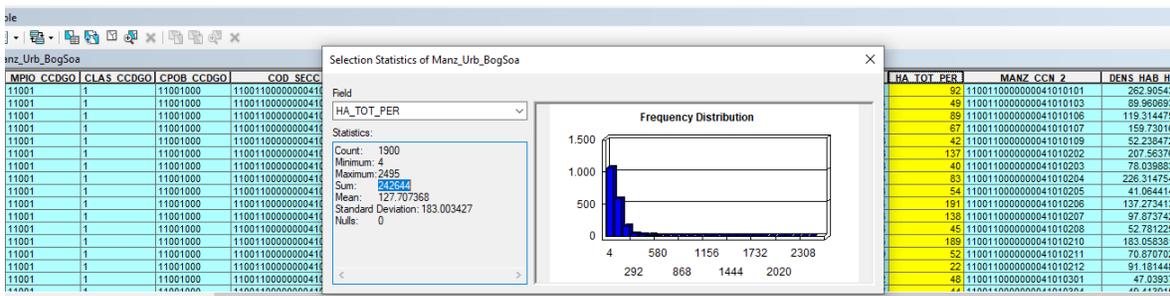
**Objetivo 3:** Evaluar a partir de procedimientos de análisis espacial la accesibilidad peatonal a las estaciones de servicio de transporte público masivo para Bogotá y Soacha.

La unidad de análisis principal fue el número de pasajeros para cada troncal, en este sentido, se utilizó el número de habitantes por manzana para el área urbana de la ciudad y tomando como referencia cada una de las troncales del trazado de Transmilenio, se establecieron distancias de 200, 400, 600, 800 y 1000 metros para verificar cuántas personas tendrían acceso a estas en términos de distancia a las troncales y sus respectivas estaciones.

Para realizar la verificación y el procedimiento se realizó una selección por ubicación con los parámetros de medida establecidos en cada caso, señalando cada troncal.

*Figura 15: Select by location*





Selection Geoprocessing Customiz

- Select By Attributes...
- Select By Location...
- Select By Graphics
- Zoom To Selected Features
- Pan To Selected Features
- Statistics...
- Clear Selected Features
- Interactive Selection Method ▶
- Selection Options...

Select By Location

Select features from one or more target layers based on their location in relation to the features in the source layer.

Selection method:  
select features from

Target layer(s):

- DHB\_Point
- Estaciones\_AreasServicio
- Estaciones\_Troncales\_de\_TRANSMILENIO
- Trazados\_Troncales\_de\_TRANSMILENIO
- Manz\_Urb\_BogSoa
- Nombre geográfico
- Corriente de Agua
- Malla Vial Integral
- DHB
- Vias\_principales
- MP\_BogSoa

Only show selectable layers in this list

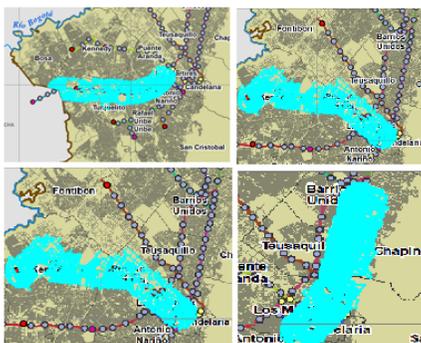
Source layer:  
Trazados\_Troncales\_de\_TRANSMILENIO

Use selected features (1 features selected)

Spatial selection method for target layer feature(s):  
are within a distance of the source layer feature

Apply a search distance  
1000 Meters

About select by location OK Apply Close



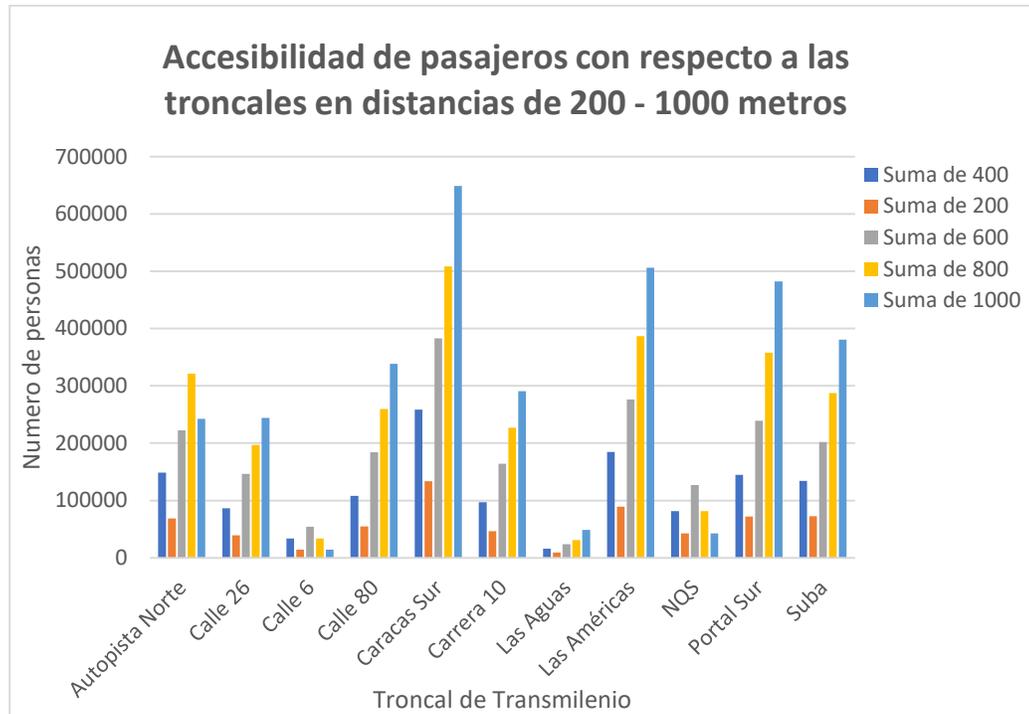
Una vez se ejecutó el procedimiento para cada distancia y troncal, se totalizó el número de habitantes.

En total se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 4. Número de habitantes por Trazado a distintas distancias*

Nombre Trazado	Número de pasajeros por distancia en metros				
	1000	800	600	400	200
Portal Sur	482165	358203	238941	144645	71718
Autopista Norte	242644	321415	222595	148654	68887
Las Américas	506290	386664	276186	184774	89243
Caracas Sur	416902	325577	244894	167172	84273
Calle 26	244256	196963	146305	86690	39375
Carrera 10	290699	226720	164051	96859	46446
Las Aguas	48697	31013	23538	15853	9195
Calle 80	338512	259861	184317	108035	54710
Suba	380529	287535	202155	134320	72531
Calle 6	14356	33401	54408	33401	14356
NQS	42455	81473	127210	81473	42455
Caracas Sur	232001	182904	138218	91325	49363

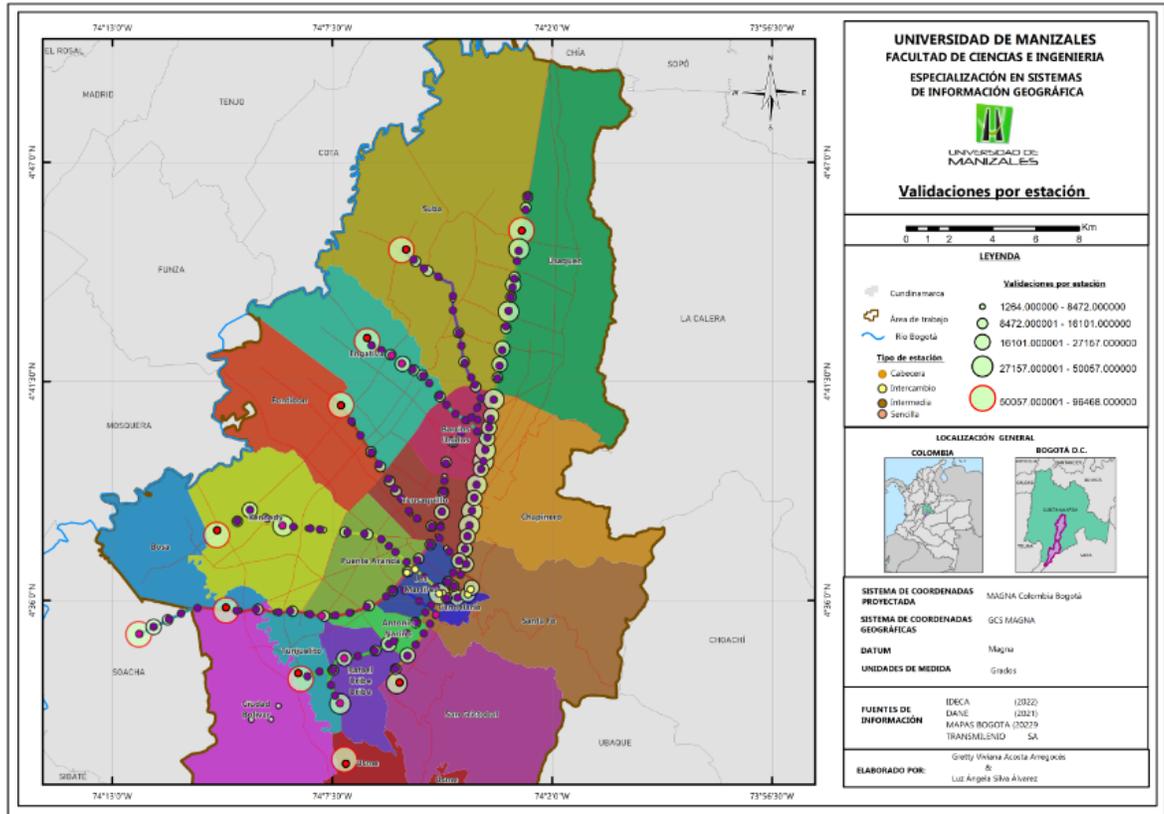
*Fuente: elaboración propia*



Los resultados indican que la mayor accesibilidad en términos de cobertura se encuentra en la troncal de la Caracas Sur, lo que está relacionado con el alto número de población en zonas circundantes a la troncal y no tiene relación con la longitud del trazado. El caso de la baja accesibilidad de los habitantes en las estaciones de las Aguas y la Calle 6 se correlaciona con las bajas densidades poblacionales del sector.

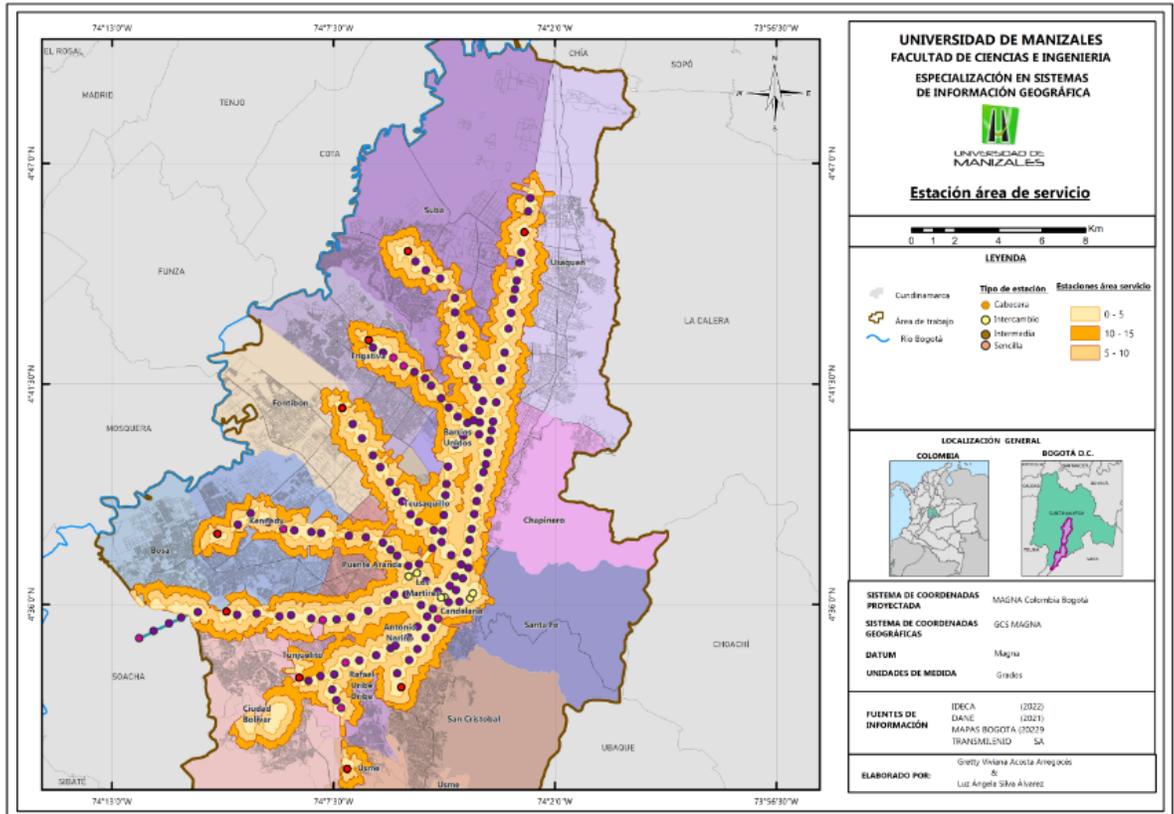
Otro aspecto que nos permite comprender las relaciones de movilidad peatonal en las estaciones es la generada por las validaciones por estación estas evidencian flujos de personas como estudiantes y personal de servicios y consumidor de los mismos, que se dirige hacia posibles ejes de centralidad. Este es el caso de la estación Las Aguas, Universidades, Cra 40, todas estas presentan un alto número de validaciones. Por su parte, se reivindica la relación metropolitana con la sabana norte la cual también presenta una cifra alta de validaciones.

Figura 16: Validaciones por estación



Finalmente, a partir de los datos de la Encuesta de Movilidad referentes a desplazamiento por parte de peatones a áreas de servicio, se determinaron tres rangos de tiempo en un lapso de 15 minutos para verificar la densidad de personas caminando alrededor de cada estación, esto puede contribuir a comprender la tasa de permanencia y dinamismo de peatones en las estaciones

Figura 17. Área de servicio

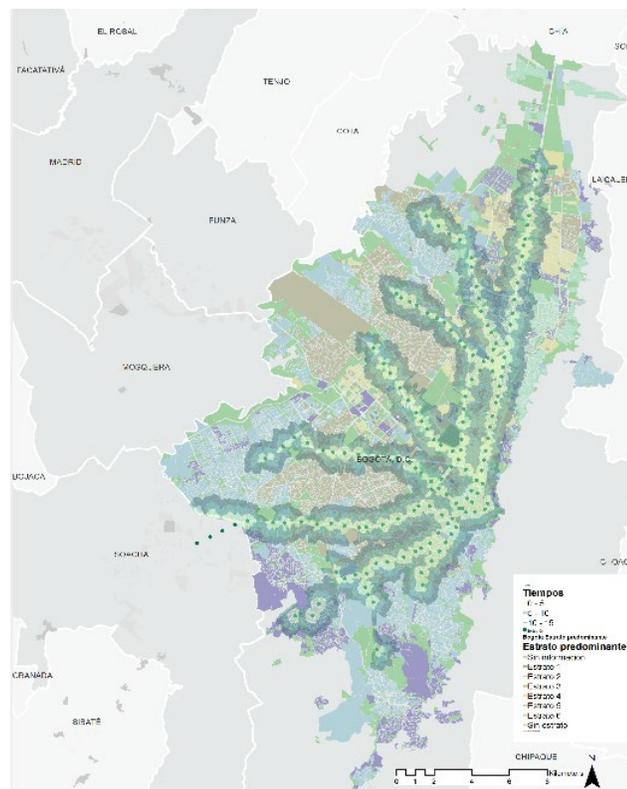


## CONCLUSIONES

Una vez procesados los datos encontramos los siguientes resultados y conclusiones:

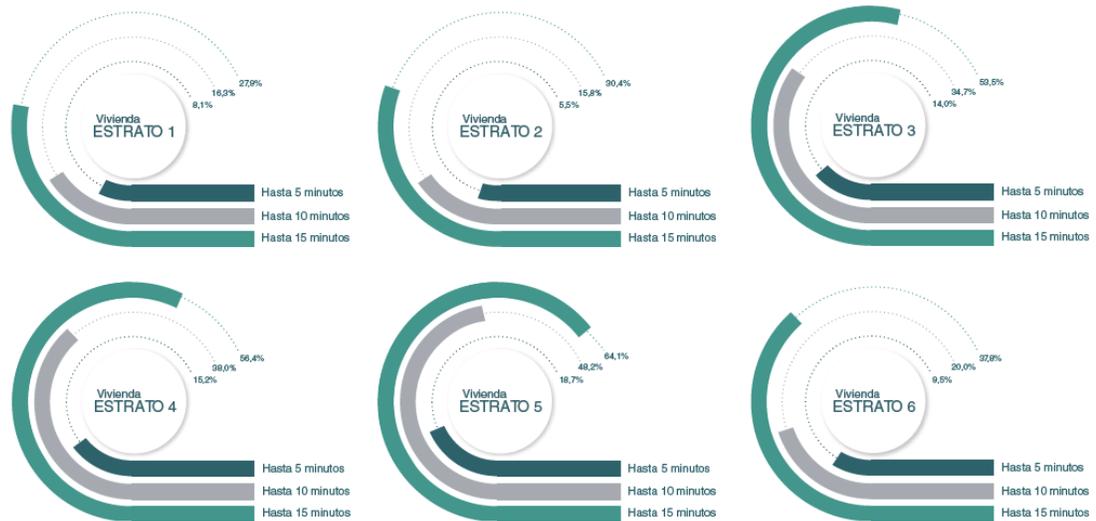
- Bogotá a pesar de contar con un sistema de transporte masivo maduro, presenta grandes falencias en materia de accesibilidad peatonal, donde los estratos más bajos deben recorrer mayores distancias para acceder al sistema y movilizarse a zonas productivas dentro de la ciudad.

Figura 18 Accesibilidad peatonal y distribución de los estratos en Bogotá



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. Cobertura del sistema, accesibilidad peatonal



Fuente: Elaboración Propia

- Llama profundamente la atención que la baja cobertura en materia de accesibilidad peatonal al sistema las zonas donde predominan las viviendas estrato 1 y 2, donde la cobertura no llega al 50%. Caso contrario ocurre en estratos 3,4 y 5, donde al menos 53% se encuentra a 15 minutos o menos de una estación del servicio masivo.
- Si bien el sistema troncal ha incorporado servicios complementarios para asegurar tanto la cobertura como la accesibilidad, los componentes como alimentadores no privilegian al peatón y suman tiempo por concepto de uso de vías compartidas e intercambio en portales y estaciones.
- Es de resaltar el caso de las viviendas localizadas en estrato 6, donde se evidencia también deficiencias en el acceso al transporte masivo.
- El 9% de la población vive a menos de 5 minutos de una estación troncal.
- El 15% de la población vive a menos de 10 y más de 5 minutos de una estación troncal.

- El 16% de la población vive a menos de 15 y más de 10 minutos de una estación troncal.
- En total, el 40% de la población vive a menos de 15 minutos de una estación troncal.

## RECOMENDACIONES

- Ante las dificultades presentadas durante el procesamiento se recomienda antes de comenzar a realizar una validación de fuentes para revisar la estandarización de la información en términos de sistema de coordenadas, escala y confiabilidad misma de las fuentes.
- El SIG se convierte en una herramienta para priorizar y planificar intervenciones que mejoren la accesibilidad peatonal, como el diseño de nuevas rutas que suplan la demanda de una ciudad en constante crecimiento, incentivando el uso del transporte público en el corto, mediano y largo plazo.
- Es necesario contar con mayor disponibilidad de datos sobre flujos de tiempo para realizar análisis que permitan verificar el dinamismo de los movimientos y las condiciones de accesibilidad por parte de los peatones.
- Se requieren datos sobre discapacidad diferenciados por rangos etarios y sexo para así realizar procesamientos que den cuenta de la accesibilidad para situación de discapacidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Naciones Unidas. (25 de 09 de 2015). *UN*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ardila, D. (30 de 05 de 2013). Bogotá tiene un retraso de 50 años en infraestructura vial: contralor Diego Ardila. (C. Radio, Entrevistador) Obtenido de [https://caracol.com.co/radio/2013/05/30/bogota/1369873320\\_907300.html](https://caracol.com.co/radio/2013/05/30/bogota/1369873320_907300.html)
- Banco Mundial. (2010). Del caos al orden: Implementación de sistemas de transporte urbano de alta capacidad en Colombia. *BRIEF 91679*, 1. Obtenido de <https://documents1.worldbank.org/curated/es/545611468026074224/pdf/916790BR10Box300100SPANISH00Public0.pdf>
- Consejo Nacional De Política Económica Y Social. (21 de Octubre de 2014). *Departamento Nacional de Planeación*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3819.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (21 de Septiembre de 2023). *Departamento Nacional de Planeación*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/conpes>
- Distrital, S. d. (2021). *Bogotá ¿Cómo vamos?* Obtenido de <https://bogotacomovamos.org/datos/poblacion/>
- El Nuevo Siglo. (06 de Agosto de 2023). El Nuevo Modelo De Urbanismo Con Todo Cerca. pág. 0. Obtenido de <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/08-04-2023-la-ciudad-de-15-minutos-ya-es-una-realidad-en-colombia>

ESTADÍSTICA, D. A. (2022). *DANE*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales#:~:text=Los%20departamentos%20con%20mayor%20PIB,de%20millones%20de%20pesos%2C%20respectivamente.>

López Hernández, C. N., Jaramillo Garcés, M. M., Díaz Cuervo, B. Y., & Osejo Villamil, I. (2022). *Guía para la formulación e implementación de políticas públicas del Distrito Capital. Volumen 2*. Bogotá: Alcaldía de Bogotá. Obtenido de [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/guia\\_formulacion\\_implementation\\_politic\\_publicas.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/guia_formulacion_implementation_politic_publicas.pdf)

Ortúzar, J. y Willumsen, L. (2008). *Modelos de Transporte*. Universidad de Cantabria.

Ministerio de Vivienda. (02 de Marzo de 2023). *Ministerio de Vivienda*. Obtenido de <https://minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/espacio-urbano-y-territorial/plan-ordenamiento-territorial/pot#:~:text=El%20POT%20es%20un%20instrumento,utilización%2C%20ocupación%20y%20transformación%20del>

Secretaría Distrital de Movilidad, Secretaria Distrital de Ambiente, Steer y Centro Nacional de Consultoría. (2019). *Encuesta de Movilidad*. Bogotá: Secretaría Distrital de Movilidad.

Unión Temporal Egis-Steer Metro Bogotá. (2021). *Formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión PLMB-T1 y elaborar los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte*. Bogotá: Bogotá DC: Convenio

Interadministrativo 068 de 2020 Empresa Metro de Bogotá - Financiera de Desarrollo Nacional.

Vasconcellos, E. A. (2010). Análisis de la movilidad urbana, espacio, medio ambiente y equidad. Bogotá: Corporación Andina de Fomento CAF. Vega P., P. (2006). La Accesibilidad del Transporte en autobús: Diagnóstico y Soluciones. Madrid: Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO).

Villarroel, K. (29 de Agosto de 2023). *IADB*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/transformando-ciudades-desarrollo-orientado-al-transporte/>

Wee, B. v. (2011). *Ethics and the Evaluation of Transport Policies and Projects*. Edward Elgar Publishing.

Younes, C., Escobar, D. A., & Holguín, J. M. (2016). Equidad, accesibilidad y transporte. Aplicación explicativa mediante un análisis de accesibilidad al sector universitario de manizales (Colombia). *Información tecnológica*, 27(3), 107-118