

**Descarbonización Urbana: En la Perspectiva de la Ciudad Sostenible**  
**Caso de Estudio Estación 13 del metro**

Fabian Steven Gallego Moya

Tutor PhD. Arq. Juan Eduardo Chica Mejía  
Informe Asignaturas enlace pregrado-posgrado  
Especialización en Diseño Urbano

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano  
Facultad de Artes y Diseño



Bogotá, Colombia

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

Tutor: PhD. Arq. Juan Eduardo Chica Mejía

## **Dedicatoria**

"A mi madre, quien siempre me enseñó que siempre hay que hacer las cosas de la mejor manera y que siempre hay que seguir adelante.

Con todo mi cariño y  
gratitud."

## **Agradecimientos**

Me gustaría agradecer a la universidad por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de estudiar arquitectura. Desde el primer día que ingresé a esta institución fui recibido y apoyado por profesores, compañeros y administrativos que me alentaron a alcanzar mis objetivos y crecer como profesional. La dedicación y compromiso con la educación ha dejado una huella imborrable en mi vida, y siempre llevaré conmigo el conocimiento y la experiencia que adquirí aquí.

Este viaje no habría sido el mismo sin el apoyo inquebrantable de mi madre, quien me brindó durante toda mi carrera universitaria. Con su fe en mí y su amor incondicional, me ayudó a encontrar mi dirección y darme cuenta de que la arquitectura al igual que ella era nuestra pasión en común. Sin su ayuda constante y su confianza en mis habilidades, no habría llegado hasta el día de hoy.

De igual manera agradecer, al grupo de profesores que me han sido nuestros guías en esta larga travesía académica. Sus consejos y experiencia nos ayudaron a moldear nuestro carácter como arquitectos. Siempre tendré presente sus enseñanzas que nos brindaban día a día, no solamente de lo académico, sino que también de como ser mejores personas para poder cumplir nuestros sueños y metas.

## Resumen

El siguiente documento recoge el informe de las asignaturas cursadas, bajo la modalidad enlace pregrado posgrado, de la Especialización en Diseño Urbano. Estas asignaturas: "Fundamentos Conceptuales", "Laboratorio de Diseño Urbano", y "Diseño Urbano y Ciudad Sostenible". El caso de estudio abordado corresponde al Área de Integración Multimodal AIM, de la Estación Central (13) de la primera línea del Metro, ubicada sobre la Av. Caracas con Calle 26, en el centro de Bogotá.

El abordaje del caso de estudio se fundamentó en la exploración y estudio en cuanto a la planificación urbana, donde influyen características socioeconómicas y culturales para el desarrollo de espacios urbanos. El enfoque principal es el Plan Parcial del Metro Estación 13 de la primera línea del metro, donde se encuentra AIM Av. Caracas con Calle 26, a partir del estudio del lugar se desarrollan soluciones a las problemáticas que se encuentran en cuanto al espacio público de congregación y equipamientos de servicios. Lo anterior está conectado a las problemáticas energéticas, contaminación, cambio climático y la desconectividad de la ciudad en cuanto a las periferias con la parte central de la ciudad.

**Palabras clave:** Urbanismo, Energía, Ciudad sostenible, Diseño urbano, Área de Integración Multimodal, Espacio Público.

## **Abstract**

The following document includes the report of the subjects taken, under the undergraduate postgraduate link modality, of the Specialization in Urban Design. These subjects: "Conceptual Foundations", "Urban Design Laboratory", and "Urban Design and Sustainable City". The case study addressed corresponds to the AIM Multimodal Integration Area, of the Central Station (13) of the first line of the Metro, located on Av. Caracas with Calle 26, in the center of Bogotá.

The approach of the case study was based on the exploration and study of urban planning, where socioeconomic and cultural characteristics influence the development of urban spaces. The main focus is the Partial Plan of the Metro Station 13 of the first metro line, where AIM Av. Caracas with Calle 26 is located. Based on the study of the place, solutions are developed to the problems that are found regarding the public space of congregation and service equipment. The above is connected to energy problems, pollution, climate change and the disconnectivity of the city in terms of the peripheries with the central part of the city.

**Keywords:** Urbanism, Energy; Sustainable city, Urban design, TOD model, Public space.

## Tabla de contenidos

Introducción .....	9
<b>Capítulo 1. Fundamentos Conceptuales .....</b>	<b>12</b>
1.1 <b>Introducción .....</b>	<b>12</b>
1.2 Metodología.....	13
<b>1.2.1 Revisión Bibliográfica .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.2 Análisis de documentos de Planificación Urbana .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.3 Creación de Fichas de lectura y Mapas Mentales.....</b>	<b>14</b>
1.3 Teorías y Modelos de Descarbonización Urbana .....	14
1.4 Análisis de textos sobre la Globalización y las Ciudades .....	15
<b>1.4.1 SASSEN, S. (1991). Ciudad global.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4.2 GLAESER, E. (2018). El triunfo de las ciudades .....</b>	<b>15</b>
1.5 Descarbonización Urbana: En busca de la Ciudad Sostenible .....	17
<b>1.5.1 Marco Introductorio.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.2 Marco de desarrollo .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.3 Marco Final .....</b>	<b>20</b>
<b>Capítulo 2. Laboratorio de Diseño Urbano .....</b>	<b>23</b>
2.1 <b>Introducción .....</b>	<b>23</b>
2.2 Metodología.....	24
<b>2.2.1 Recopilación de Estándares y Datos.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.2 Simulación de Monte Carlo "Ocupación Espacio Público" .....</b>	<b>24</b>
2.3 Análisis del polígono de intervención.....	25
<b>2.3.1 Déficit de equipamientos educativos .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.2 Déficit de equipamientos médicos .....</b>	<b>26</b>
<i>Elaboración propia .....</i>	<i>27</i>
<b>2.3.3 Déficit de equipamientos recreativos .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.4 Líneas de deseo .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.5 Simulación de Montecarlo "ocupación espacio público" .....</b>	<b>29</b>
2.4 Desarrollo AIM Av. Caracas con Calle 26 .....	31
<b>Capítulo 3. Diseño Urbano y Ciudad Sostenible .....</b>	<b>33</b>
3.1 <b>Introducción .....</b>	<b>33</b>
3.2 <b>Análisis Climático y Ambiental .....</b>	<b>33</b>
3.3 <b>Diseño de Espacios Sostenibles .....</b>	<b>34</b>

3.5 Estrategias de Orientación.....	36
<b>Capítulo 4. Conclusiones.....</b>	<b>38</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>39</b>

### Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación caso de estudio .....	11
Ilustración 2 Sistema de movilidad y conectividad.....	12
Ilustración 3 mapa mental Descarbonización Urbana: En busca de la Ciudad Sostenible. .....	21
Ilustración 4 Déficit de equipamientos educativos .....	25
Ilustración 5 Déficit de equipamiento de salud.....	26
Ilustración 6 Déficit de equipamientos de recreación y deporte.....	27
Ilustración 7 Líneas de deseo.....	28
Ilustración 8 Población en el espacio público 2020.....	30
Ilustración 9 Comparación de simulación de datos.....	31
Ilustración 10 Población en el espacio público 2030.....	31
Ilustración 11 Curvas de nivel deprimido Av. Caracas .....	32
Ilustración 12 Perfil transversal deprimido Av.Caracas.....	32
Ilustración 13 Esquemas vientos.....	33
Ilustración 14 Recolección de agua lluvia.....	34
Ilustración 15 Orientación y Fachadas.....	35
Ilustración 16 Imágenes.....	36

## Introducción

La investigación actual implica un análisis detenido y una evaluación crítica dentro del campo de la especialización en Diseño Urbano. Incluye, tres asignaturas clave: "Fundamentos Conceptuales en Arquitectura y Ciudad ", "Laboratorio de Diseño Urbano" y "Diseño Urbano y Ciudad Sostenible". Este estudio se desarrolla en el contexto de la exploración de soluciones creativas y sostenibles para el diseño de entornos urbanos, con un énfasis especial en el Plan Parcial de la Estación Central de la primera línea del metro de Bogotá ubicada sobre la Avenida Caracas con Calle 26.

Actualmente, las grandes ciudades colombianas sufren problemáticas asociadas a su conformación y crecimiento desordenado, sumadas a sus altas densidades poblacionales con efectos en el medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes. Se hacen necesarias acciones que apunten a procesos de descarbonización urbana desde la manera como se afrontan sus procesos de crecimiento y expansión. En esta línea se aborda la intervención en el caso de estudio, teniendo como estrategia fundamental impulsar un área de integración multimodal en torno a la estación 13 del Metro, proponiendo un mejor flujo y conectividad de la movilidad, y con el aprovechamiento de recursos energéticos como el sol y los vientos, en pro de la descarbonización urbana del territorio.

La parte central del estudio desde las tres asignaturas cursadas se enfoca en los siguientes aspectos:

- 1 *Fundamentos Conceptuales.* Se analizan diferentes puntos de vista y análisis sobre la descarbonización urbana, crecimiento urbano y conceptos que abarcan el desarrollo de las ciudades contemporáneas. Partiendo del desarrollo analítico de textos como Ciudad Global de Saskia Sassen y el Triunfo de las Ciudades de

Edward Glaeser, se estudia como estos autores afrontan el tema de la descarbonización urbana, en los ámbitos de movilidad, economía, cultural y social.

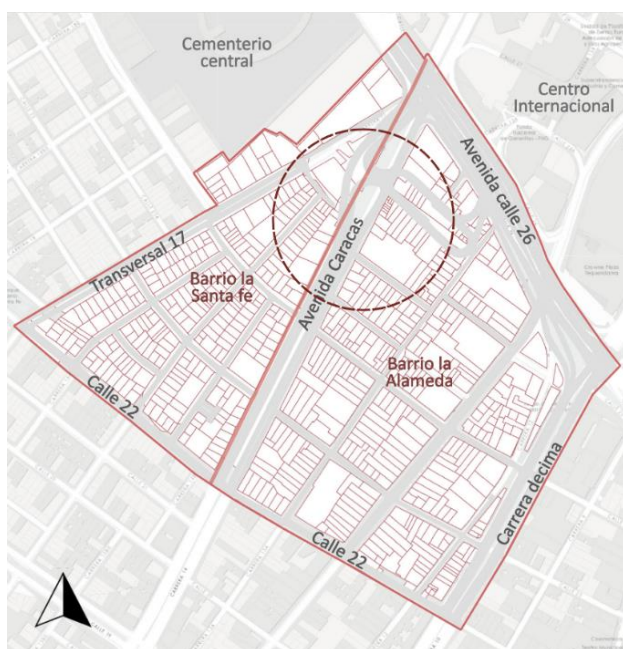
- 2 *Laboratorio de Diseño Urbano:* Se enfoca principalmente en el desarrollo del AIM del caso de estudio de la Estación Central 13, donde se analizan las problemáticas y necesidades del territorio, tanto en su forma urbana, como en el desarrollo diario del mismo. Lo anterior, apoyado en herramientas de inteligencia artificial y la construcción de matrices de datos. El análisis permitió identificar las problemáticas y necesidades del territorio, para así tomar decisiones acertadas que apoyen el desarrollo del lugar para brindar una mejor calidad de vida a la población.
- 3 *Diseño Urbano y Ciudad Sostenible.* Se enfatiza en el diseño de espacio público desde una perspectiva sostenible, teniendo en cuenta la dirección de los vientos y el recorrido solar, para la disposición de los volúmenes y elementos en el espacio público.

En el desarrollo de este texto, se evidenciarán cada una de las características anteriormente expuestas, y como es su influencia en el diseño urbano principalmente en servicio de la población y el medio ambiente. Con esto se quiere encontrar nuevas herramientas para el desarrollo de las ciudades contemporáneas y las nuevas dinámicas y retos que estas tienen, donde se le debe dar soluciones para el mejoramiento de la calidad de vida, control y mitigación del consumo energético.

## Caso de estudio

El proyecto está situado en los sectores residenciales de Santa Fe (UPZ 102 La Sabana) y La Alameda (UPZ 93 Las Nieves), en la recién delimitada Área de Integración Multimodal (AIM) del sistema de metro de Bogotá, específicamente en la intersección de la Avenida Caracas con la Calle 26, reconocida como "Estación 13". Este desarrollo urbano representa una iniciativa destinada a generar un impacto significativo al albergar la estación intermodal más relevante de la ciudad. (Ilustración 1)

*Ilustración 1 Ubicación caso de estudio*



*Fuente: Elaboración propia.*

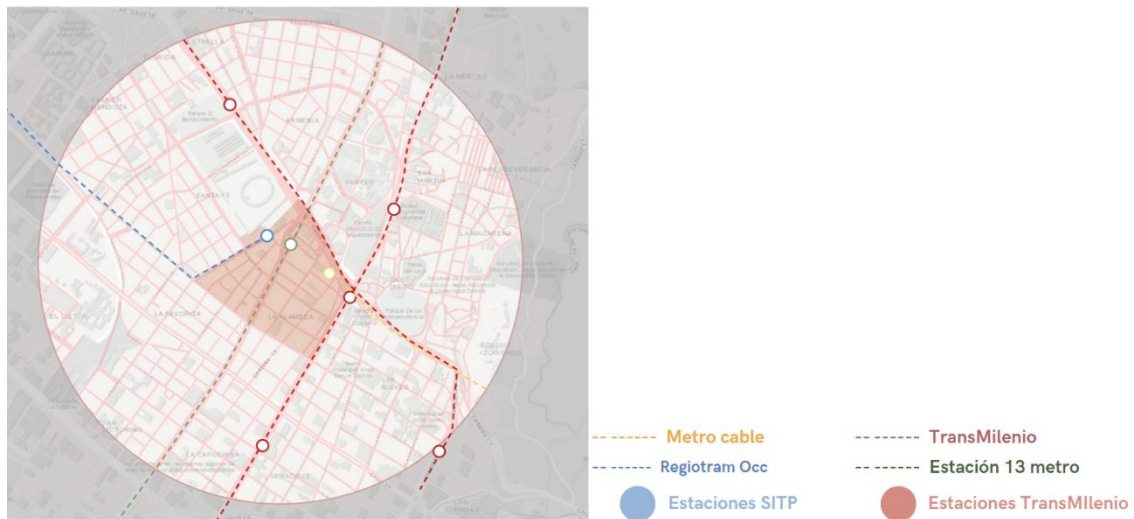
La esencia principal del proyecto radica en impulsar la apropiación de la ciudad y facilitar la movilidad de sus habitantes, con la finalidad de que tanto residentes como visitantes de Bogotá puedan descubrir y disfrutar plenamente el núcleo urbano (Ilustración 2). Es fundamental subrayar que, en este proceso, se pretende prevenir la gentrificación, es decir, el desplazamiento de comunidades locales ocasionado por modificaciones en el entorno urbano.

Un componente fundamental de este proyecto implica la reorganización de las zonas

*Ilustración 2 Sistema de movilidad y conectividad*

destinadas a peatones y la ampliación de las secciones viales, poniendo un énfasis particular en el fortalecimiento de la conectividad para los transeúntes. Esta medida no solo mejorará la comodidad y seguridad de quienes transitan a pie, sino que también respaldará la actividad económica del comercio informal, proporcionando un impulso adicional a la economía local.

Fuente: Elaboración propia.



## Capítulo 1. Fundamentos Conceptuales

### 1.1 Introducción

En la asignatura se dedica especial atención a la comprensión exhaustiva de las teorías y modelos de desarrollo urbano, junto con un análisis crítico de los conceptos contemporáneos que influyen en la formulación de proyectos urbanos. Estos fundamentos respaldan la concepción de diseño del Plan Parcial del Metro en la intersección de la Avenida Caracas con la Calle 26, conocida como "Estación 13".

- Las metrópolis actuales experimentan una transformación acelerada impulsada por factores en constante cambio, como lo son los aspectos sociales, culturales, políticos y económicos. En este escenario, el diseño urbano emerge como una herramienta de gran relevancia para abordar los desafíos y las dinámicas emergentes del hábitat contemporáneo. Para entender estos cambios urbanos,

se han tomado obras esenciales como *SASSEN, S. (1991). Ciudad global*, *GLAESER, E. (2018). El triunfo de las ciudades*.

Se llevó a cabo un análisis exhaustivo y una evaluación crítica de estas fuentes teóricas. Se crearon fichas bibliográficas, de lectura y mapas mentales para estructurar y sintetizar las ideas clave, lo que permitió establecer una base robusta de conocimiento teórico. Además, se desarrollaron principios y técnicas de lectoescritura crítica específicas para textos vinculados al urbanismo y disciplinas afines.

## 1.2 Metodología

Este análisis se sustenta en una investigación de carácter cualitativo y documental, que integra la revisión de literatura con el examen de datos y documentos asociados a la revitalización de los espacios urbanos, haciendo referencia a la transformación de la ciudad global en la última década, como es el caso de Bogotá. El enfoque metodológico se desglosa en las etapas que se describen a continuación.

### 1.2.1 Revisión Bibliográfica

Se llevó a cabo un minucioso análisis de la literatura académica vinculado a la globalización urbana, la ciudad global y la revitalización de espacios urbanos. Se consultaron libros, artículos de revistas académicas y otros documentos relevantes para la investigación. Entre los autores destacados se encuentran Saskia Sassen, Edward Soja, Jordi Borja, Manuel Castells y Edward Glaeser, entre otros. La revisión bibliográfica permitió establecer una base firme de conocimiento teórico y clarificar los conceptos fundamentales para el estudio.

### 1.2.2 Análisis de documentos de Planificación Urbana

Se examinaron documentos de planificación urbana y proyectos particulares vinculados a la revitalización de espacios urbanos en Bogotá, centrándose especialmente en la Estación 13 del metro, en la intersección de la Avenida Caracas con la Calle 26. Estos

documentos ofrecieron datos valiosos acerca de las estrategias implementadas, las modificaciones en la infraestructura urbana y los objetivos de desarrollo.

### *1.2.3 Creación de Fichas de lectura y Mapas Mentales*

Durante la revisión bibliográfica, se desarrollaron fichas de lectura para condensar y estructurar las ideas esenciales de los autores significativos. Estas fichas sirvieron como herramienta para establecer conexiones entre conceptos y autores, proporcionando una visión global de las teorías y modelos pertinentes. Además, se elaboraron mapas mentales que visualizaban las interrelaciones entre los conceptos teóricos fundamentales, facilitando así una comprensión más profunda de las conexiones y su importancia en el contexto del estudio.

## 1.3 Teorías y Modelos de Descarbonización Urbana

Algunas ideas relevantes desde los autores revisados, en términos de estrategias, son:

- Las ciudades globales se han convertido en centros de importancia económica y política en el mundo actual. Estas ciudades tienen su propio enfoque económico y financiero, y también toman decisiones que afectan a nivel global. Además, son espacios de encuentro y mezcla cultural, donde se generan intercambios y fusiones entre diferentes culturas y tradiciones.
- Las ciudades son fundamentales para el desarrollo económico y social, ya que son centros de innovación, creatividad y colaboración. Glaeser argumenta que las ciudades ofrecen una mayor concentración de talento, conocimiento y recursos, lo que las convierte en motores del progreso.
- Se hace necesario la implementación de estrategias de urbanismo sostenible en la planificación de las ciudades para abordar los problemas ambientales y sociales que enfrentan y promover una mejor calidad de vida para los habitantes.

## 1.4 Análisis de textos sobre la Globalización y las Ciudades

### 1.4.1 SASSEN, S. (1991). *Ciudad global*.

**Conceptos:** política transicional, hipermovilidad, economía, capital, mundial, neutralización, industrial, recursos, finanzas, socioespacial.

**Resumen:** La ciudad global se ha convertido en un emplazamiento estratégico y una nueva frontera en el mundo actual. Sassen sostiene que las ciudades globales son el centro de la economía y la política que crea un papel crucial en la economía global y en el formato de los discursos transnacionales. Estas ciudades tienen su propio enfoque económico y financiero, y también toman decisiones que afectan a nivel global. Son centros de negociaciones y finanzas que pertenecen a empresas multinacionales, inversores y profesionales. Además, son lugares donde se generan nuevas olas de desigualdad y exclusión social, ya que la concentración de riqueza y poder en estas ciudades puede dejar a muchos grupos marginados. La autora también destaca que las ciudades globales son espacios de encuentro y mezcla cultural, donde se producen intercambios y fusiones entre diferentes culturas y tradiciones. Estas ciudades son cosmopolitas y diversificadas, y ofrecen oportunidades para la creatividad y la innovación.

Sin embargo, las ciudades globales son vulnerables a una crisis en los sectores económico y financiero y están experimentando tensiones sociales y políticas. Además, la globalización se basa en la homogeneidad de la cultura y la pérdida de identidad local.

**Conclusiones.** El texto de Saskia Sassen destaca la importancia de las ciudades globales como emplazamientos estratégicos y nuevas fronteras en el mundo actual. Estas ciudades son centros económicos y políticos que crean un papel crucial en la economía global y en el formato de los discursos transnacionales. Sin embargo, esto significa plantar desafíos y enormes riesgos asociados a la globalización.

### 1.4.2 GLAESER, E. (2018). *El triunfo de las ciudades*

**Conceptos:** innovación, revolución industrial, densidad urbana, paradigma urbano, globalización, decadencia económica.

**Resumen:** El texto "El triunfo de las ciudades" de Edward Glaeser, aborda la importancia y el éxito de las ciudades en el desarrollo económico y social. Glaeser argumenta que las ciudades son los motores del progreso y la innovación, ya que ofrecen una mayor concentración de talento, conocimiento y recursos. El autor destaca que las ciudades son lugares de intercambio y colaboración, lo que fomenta la creatividad y la generación de ideas. Además, las ciudades ofrecen una amplia gama de oportunidades laborales y educativas, lo que atrae a personas de diferentes orígenes y habilidades. Glaeser también señala que las ciudades son más eficientes en términos de uso de recursos y energía, ya que la densidad de población permite una mejor infraestructura y servicios públicos. Además, las ciudades ofrecen una mayor diversidad cultural y social, lo que enriquece la vida de sus habitantes. Sin embargo, el autor reconoce que las ciudades también enfrentan desafíos, como la pobreza, la desigualdad y los problemas ambientales. Pero argumenta que estos problemas pueden ser abordados a través de políticas públicas efectivas y una planificación urbana adecuada.

**Conclusiones:** el texto resalta la importancia y el éxito de las ciudades en el desarrollo económico y social. El autor argumenta que las ciudades son centros de innovación, creatividad y colaboración, debido a la concentración de talento, conocimiento y recursos que ofrecen. Además, las ciudades son eficientes en términos de uso de recursos y energía, y brindan una mayor diversidad cultural y social.

**1.4.3** *Rúa Rodríguez, J, A (2014). Urbanismo Sostenible: Un enfoque desde la planificación.*

*Rúa Rodríguez, J, A (2014). Urbanismo Sostenible: Un enfoque desde la planificación.*

**Conceptos:** consumo, desperdicio, riqueza ambiental, ecosistemas, huella ecológica, cambio climático.

**Resumen:** El texto aborda la importancia de implementar estrategias de urbanismo sostenible en la planificación de las ciudades. El autor comienza destacando los problemas ambientales y sociales que enfrentan las ciudades, debido a un crecimiento desordenado y poco sostenible. Estos problemas incluyen la contaminación del aire y del agua, la falta de espacios verdes, la congestión del tráfico y la desigualdad social. Luego, el autor explica que el urbanismo sostenible busca abordar estos problemas a través de la planificación de las ciudades de manera que se promueva la calidad de vida de los habitantes y se proteja el medio ambiente. Esto implica considerar aspectos como la eficiencia energética, la movilidad sostenible, la conservación de los recursos naturales y la inclusión social.

El autor destaca la importancia de la participación ciudadana en la planificación urbana sostenible, ya que esto permite tener en cuenta las necesidades y opiniones de los habitantes y promover un sentido de pertenencia y responsabilidad hacia la ciudad. Además, el autor menciona algunas estrategias concretas que se pueden implementar en la planificación urbana sostenible, como la creación de áreas verdes, la promoción del transporte público y no motorizado, la construcción de edificios eficientes en términos energéticos y la promoción de la diversidad social y económica en los barrios.

**Conclusiones:** el texto resalta la necesidad de implementar el urbanismo sostenible en la planificación de las ciudades. Se destaca que el crecimiento desordenado y poco sostenible de las ciudades ha generado problemas ambientales y sociales que deben ser abordados. El autor resalta la importancia de considerar aspectos como la eficiencia energética, la movilidad sostenible, la conservación de los recursos naturales y la inclusión social en la planificación urbana. Además, destaca la participación ciudadana como un elemento clave para lograr una planificación más efectiva y acorde a las necesidades de los habitantes.

## 1.5 Descarbonización Urbana: En busca de la Ciudad Sostenible

A continuación, a manera de síntesis se amplían los conceptos de descarbonización y sostenibilidad urbana, en aras de generar una base conceptual para la intervención urbana desarrollada en el caso de estudio.

### 1.5.1 Marco Introductorio

Inicialmente se plantea la pregunta que se ha buscado resolver en la última década: ¿Cómo ha sido la inclusión de la descarbonización en la sostenibilidad de las urbes latinoamericanas? La inclusión de la descarbonización de las ciudades ha sido diversa y compleja de adaptar en las ciudades de Latinoamérica, por el poco desarrollo tecnológico de los sistemas de transporte, los cuales causan la mayor contaminación en las ciudades. En la última década en Bogotá se han dado pequeños pasos en busca de procesos de descarbonización urbana con la inclusión de sistemas a gas y eléctrico en algunos articulados de transporte público del sistema de transporte público Transmilenio.

### 1.5.2 Marco de desarrollo

Las ciudades siempre se han desarrollado como centros de evolución económica y política, basadas por el consumismo que se genera por las necesidades diarias de las personas, principalmente en sus flujos de movilidad como el transporte público, el cual genera la principal causa de contaminación de las ciudades por su alta emisión de CO<sub>2</sub>, lo anterior deteriorando el confort y calidad de vida en las ciudades, así lo refiere Saskia Sassen:

*En mi investigación, he concebido las ciudades como emplazamientos de producción para las industrias de la información en vanguardia de nuestra época, destinados a recuperar la infraestructura de actividades, empresas y empleos necesaria para dirigir la economía de las grandes empresas avanzadas, incluidos sus sectores mundializados. Se suelen concebir esas industrias en función de la hipermovilidad de sus productos y los altos niveles de conocimientos técnicos de sus profesionales y no del proceso de producción que entrañan y la necesaria*

*infraestructura de servicios y empleos no especializados que también forman parte de ellas. (1991, P.37)*

De igual manera, las ciudades contemporáneas se han desarrollado poniendo el foco en aspectos culturales y sociales. Lo anterior se refleja en sectores de Bogotá, como Distrito Grafiti y el Centro Histórico, donde se genera una economía circular artística y artesanal, y se promueve el cuidado y sostenibilidad urbana; con una economía que genera baja contaminación, apoya la parte social mitigando problemáticas de la ciudad como la inseguridad y resalta aspectos positivos de las urbes, que les dan identidad apropiándose de las mismas, como lo menciona *Edward Glaeser*:

En los países más ricos de Occidente, las ciudades han sobrevivido al tumultuoso fin de la era industrial y ahora son más prósperas, más saludables y atractivas que nunca. En las áreas más pobres del mundo, las ciudades están creciendo a un ritmo enorme porque la densidad urbana ofrece el camino más corto para pasar de la miseria a la prosperidad. A pesar de los avances tecnológicos que han suprimido las distancias, resulta que el mundo no es plano, sino que está pavimentado. (2018, P.1)

El sector comprendido entre la Avenida Caracas con calle 26, donde se encuentra ubicado el denominado Centro Internacional de la ciudad de Bogotá, funciona como una pequeña ciudad con proximidades, una economía estable, que se desarrolla en términos empresariales y turísticos, siendo así un punto de referencia para llevar a cabo el desarrollo, tanto económico como funcional de otros sectores de la ciudad que están en evolución.

Buscando la ciudad sostenible, se debe partir del análisis de las urbes en sus antecedentes históricos y problemáticas que han afrontado a través del tiempo, como crecimiento desordenado y poco efectivo en su funcionamiento, en cuanto a la proximidad de actividades. Estas condiciones en la génesis de asentamientos informales de ciudades latinoamericanas, principalmente localizadas en las periferias donde habita la clase obrera, genera problemáticas por los desplazamientos que deben hacer las personas hasta la parte céntrica de la ciudad, lo que hace que la ciudad sea poco

eficiente. Por lo cual, es necesario generar centralidades que permitan desarrollar el concepto de ciudad de los 15 minutos, como lo explica Juan Rúa Rodríguez:

En consecuencia, el alto crecimiento demográfico y económico en las ciudades presiona una rápida urbanización ya sea formal o informal, legal o ilegal, que conduce a efectos negativos de entrada y de salida sobre los entornos naturales. Los efectos negativos de entrada pueden atribuirse a la huella ecológica generada por la extracción de la naturaleza de los recursos naturales (agua, materiales y energía) para suplir la demanda en la construcción y mantenimiento de las edificaciones y la infraestructura requerida para satisfacer las necesidades urbanas. Mientras que los efectos negativos de salida se atribuyen a los desechos sólidos, líquidos y gaseosos generados por las formas de vida y de producción urbana. (2014, P.20)

### 1.5.3 *Marco Final*

Para concluir, la construcción de ciudades sostenibles se ha convertido en una prioridad en la última década, a medida que la urbanización global continúa creciendo de manera constante. Estas ciudades intentan encontrar un equilibrio entre el crecimiento urbano y la protección del medio ambiente con el objetivo de crear un entorno de vida para las generaciones actuales y futuras. Uno de los principales resultados es que el desarrollo urbano sostenible implica la integración de múltiples aspectos como la planificación del uso del suelo, el transporte público eficiente, la gestión de residuos y la conservación de espacios verdes. Esto requiere una cooperación efectiva entre gobiernos, empresas y la sociedad civil.

Las ciudades sostenibles pueden tener un impacto significativo en la calidad de vida de los residentes. Reducir la contaminación del aire y del agua, promover la movilidad sostenible y crear espacios verdes accesibles no sólo mejora la salud y el bienestar de la población, sino que también promueve la cohesión social y la participación ciudadana. Además, la sostenibilidad urbana puede crear oportunidades económicas mediante la creación de empleos en áreas como la energía renovable y la tecnología ambiental.

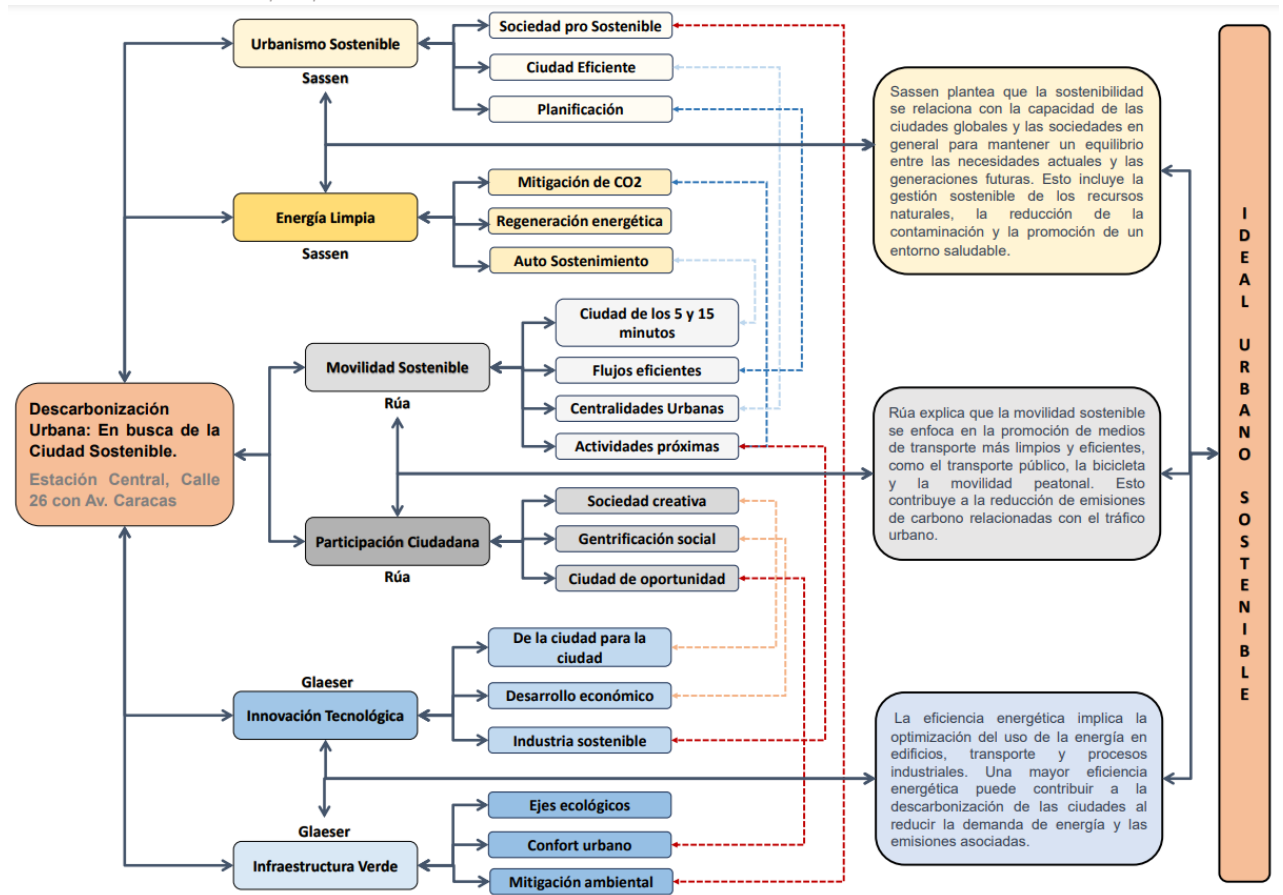
Construir ciudades sostenibles es esencial para abordar problemas globales como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Los principales resultados subrayan la necesidad de un enfoque holístico que integre aspectos sociales, económicos y ambientales, así como la importancia de la cooperación y la inversión a largo plazo. El futuro de nuestras ciudades depende de la capacidad de diseñar y construir entornos urbanos sostenibles que ofrezcan a sus residentes una alta calidad de vida sin dañar la salud del planeta.

Finalmente, queda como hallazgo, que al efectuarse una intermodalidad de los sistemas de transporte público se crea un impacto en la movilidad, que permiten una conectividad y un flujo optimizado de las principales vías generando así un menor tiempo en recorrido desde las periferias de la ciudad hacia los centros. Lo anterior, permite un menor consumo de combustibles y emisiones de CO<sub>2</sub>, y de igual manera el uso de combustibles regenerativos como la electricidad, el gas y las nuevas tecnologías de estos, como lo es el combustible a base de hidrogeno que no emite contaminación al medio ambiente, lo cual permite una transición positiva en la busca de la descarbonización de las ciudades. En la ilustración 3 se ejemplifica, a través de un mapa mental, los conceptos y las

relaciones establecidas, a la luz de la discusión frente a la descarbonización urbana y sus relaciones con los principios de la ciudad sostenible.

**Ilustración 3** mapa mental *Descarbonización Urbana: En busca de la Ciudad Sostenible.*

Fuente: Elaboración propia.



## Capítulo 2. Laboratorio de Diseño Urbano

### 2.1 Introducción

La asignatura "Laboratorio de Diseño Urbano" constituye un hito fundamental en el programa de Especialización en Diseño Urbano, en la cual se desarrolla una investigación aplicada en el marco del Área de Integración Multimodal (AIM) del Metro de Bogotá, específicamente en la intersección de la Avenida Caracas con la Calle 26. El propósito principal de este curso es llevar a cabo un análisis minucioso de las necesidades de la estructura urbana y las actividades territoriales, haciendo uso de herramientas avanzadas de análisis de datos, que incluyen la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial.

En el transcurso de esta fase, se lleva a cabo un análisis para detectar deficiencias significativas en las instalaciones educativas, recreativas y médicas dentro del polígono de estudio. Esta falta de servicios esenciales plantea un desafío que demanda soluciones innovadoras en el diseño urbano. La investigación se ha focalizado en proponer estrategias destinadas a mejorar la oferta de estas instalaciones, contribuyendo así al bienestar de la población y a la mejora de la calidad de vida en el área de estudio.

Además, se ha investigado la generación de líneas de deseo por parte de los habitantes, utilizando datos del "Geovisor CNPV 2018" proporcionados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018) y la "Encuesta de Movilidad de Bogotá" de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá (2023), para analizar los flujos de movilidad necesarios por razones laborales y educativas. Estos análisis han revelado patrones de movilidad, como el aumento en los desplazamientos hacia áreas específicas debido a motivos profesionales. Esta información resulta esencial para concebir un sistema de transporte público eficiente y accesible.

Una de las aportaciones más sobresalientes en esta fase ha sido la ejecución de simulaciones de Monte Carlo, las cuales posibilitan anticipar el comportamiento futuro

de la población en el espacio público. Estas simulaciones han proporcionado datos valiosos acerca de la ocupación del espacio público y su vinculación con el crecimiento poblacional. Este conocimiento ha resultado esencial para la concepción de infraestructuras de movilidad y espacios públicos eficaces, adaptados a las necesidades específicas de la comunidad en el área de estudio.

## 2.2 Metodología

La evaluación del polígono se realizó a través de una serie de pasos y herramientas que posibilitaron analizar las necesidades y deficiencias en la zona de intervención correspondiente al proyecto AIM del metro de Bogotá en la intersección de la Avenida Caracas con la Calle 26, focalizándose concretamente en la "Estación Central (13)". A continuación, se describen los principales métodos y enfoques empleados:

### 2.2.1 *Recopilación de Estándares y Datos*

Para obtener una comprensión detallada de la situación territorial y la formulación de proyectos en la zona de estudio, se realizaron a cabo investigaciones y recopilaciones de estándares pertinentes. Se utilizaron herramientas como el "Geovisor CNPV 2018", proporcionada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en 2018, y la "Encuesta de Movilidad de Bogotá", realizada por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá en 2023. Estos recursos ofrecieron datos valiosos para la planificación de equipamientos colectivos, permitiendo el cruce de información especializada y la consideración de procesos socioculturales de percepción.

### 2.2.2 *Simulación de Monte Carlo "Ocupación Espacio Público"*

Se realizaron simulaciones de Monte Carlo, mediante el software Risk Simulator (versión 1.0, actualizado en noviembre de 2023) con el propósito de examinar el comportamiento de la población en relación con la ocupación del espacio público. Estas simulaciones

tuvieron en cuenta la desviación estándar y se enfocaron en dos percentiles de ocupación específicos: el mínimo (80%) y el máximo (95%).

### 2.3 Análisis del polígono de intervención

Los siguientes criterios reconocen medidas que agilizan la evaluación de situaciones territoriales y la elaboración de proyectos. Instrumentos como el "Geovisor CNPV 2018", proporcionado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en 2018, y la "Encuesta de Movilidad de Bogotá" de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá (2023), desempeñan un papel esencial en este proceso de planificación cuantitativa de equipamientos colectivos.

Estas herramientas posibilitan la valoración de datos con información especializada y la contemplación de procesos socioculturales de percepción. Facilitan la identificación de carencias y zonas de interés dentro de la extensión circunferencial del proyecto AIM del metro de Bogotá en la intersección de la Avenida Caracas con la Calle 26, particularmente en la "Estación Central (13)". Los resultados de este análisis se describen a continuación.

#### 2.3.1 Déficit de equipamientos educativos

En la zona que abarca los barrios Santa Fe y La Alameda, se detecta una carencia de instalaciones educativas. Se examinó esta situación considerando una radio de influencia de 600 metros y se delimitó un área de influencia de 300 metros de radio para instituciones académicas, que engloba escuelas de nivel primario, secundario y educación superior. Este análisis se llevó a cabo en relación con la población de los barrios afectados por dichos centros educativos.

Se estima que la población atendida en esta área asciende a 23.800 personas, de las cuales aproximadamente 13.500 son estudiantes de escuelas secundarias y 200.000 personas están matriculadas en instituciones de educación superior. En total, se identifican 21 establecimientos educativos dentro de esta área de influencia directa.

Los resultados revelaron tanto valores positivos como negativos. Los valores negativos señalan una falta de instalaciones educativas, especialmente en el área suroeste de la circunferencia de estudio. Por ende, es imperativo incorporar nuevas infraestructuras educativas como parte integral del proyecto AIM del metro de Bogotá en la intersección de la Avenida Caracas con la Calle 26, específicamente en la "Estación Central (13)" (Ilustración 4).

*Ilustración 4 Déficit de equipamientos educativos*



*Fuente: Elaboración propia*

### **2.3.2 Déficit de equipamientos médicos**

En el área de estudio se detecta una insuficiencia de equipamientos de salud, la cual se evalúa tomando como referencia un radio de influencia de 600 metros. Con base en esta medida, se determina que un área de influencia adecuada requeriría 25.000 metros cuadrados para hospitales y 5.000 metros cuadrados para Instituciones Prestadoras de Salud (IPS), entre otros, teniendo en cuenta la población de los barrios asociados a los centros de salud.

Se considera una población atendida de 23.800 habitantes, con los hospitales brindando servicios a 169.062 personas y las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS) zonales a 9.488 personas. En el área de influencia, se identifican un total de 6 establecimientos médicos.

Los resultados muestran valores tanto positivos como negativos. Los valores negativos señalan un déficit de equipamientos de salud, especialmente en la zona sur de la circunferencia de estudio. Estos elementos son esenciales y deben ser incorporados como parte integral del proyecto AIM del metro de Bogotá en la intersección de la Avenida Caracas con la Calle 26, específicamente en la "Estación Central (13)". (Ilustración 5).

*Ilustración 5 Déficit de equipamiento de salud*



*Fuente: Elaboración propia*

### **2.3.3 Déficit de equipamientos recreativos**

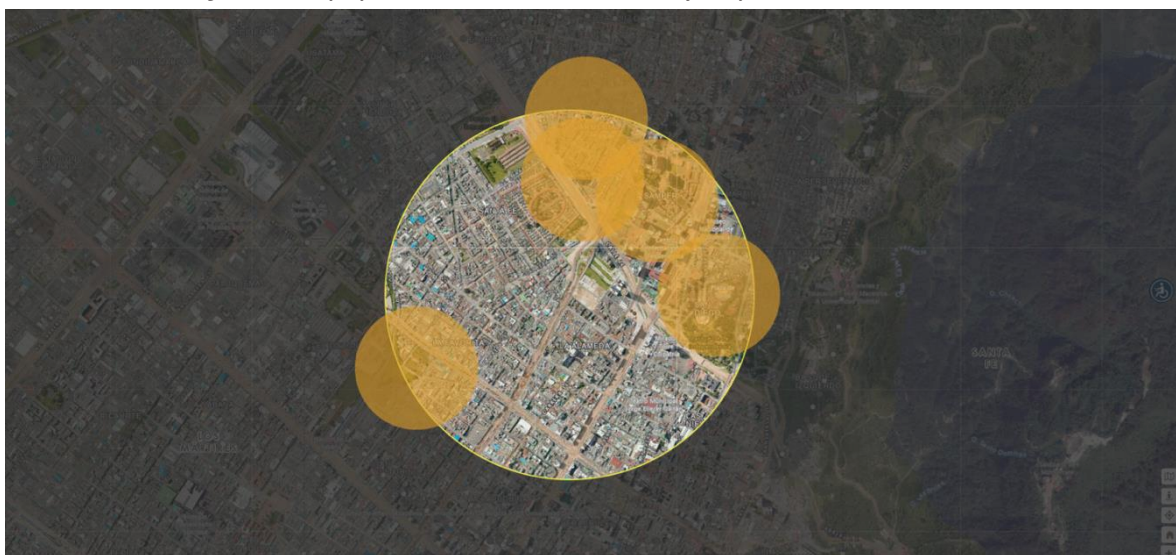
En la zona de estudio, se detecta un marcado déficit de equipamientos destinados a la recreación y el deporte. Esta evaluación se realiza considerando una radio de influencia de 600 metros. A partir de esta medida, se establece un área de influencia que requiere un total de 40.000 metros cuadrados para equipamientos deportivos, entre otros, teniendo en cuenta la población de los barrios asociados a estas instalaciones recreativas y deportivas.

La población atendida en el polígono es aproximadamente 7.575 habitantes. En el análisis, se hallaron un total de 6 equipamientos recreativos en el área de influencia directa.

Los resultados revelaron valores altamente negativos, indicando un déficit significativo de equipamientos para la recreación y el deporte. Estos elementos solo están presentes en las zonas noroeste y suroeste del área de intervención del proyecto AIM del metro de Bogotá en la intersección de la Avenida Caracas con la Calle 26, particularmente en la "Estación Central (13)". (Ilustración 6).

Fuente:

**Ilustración 6** Déficit de equipamientos de recreación y deporte



*Elaboración propia*

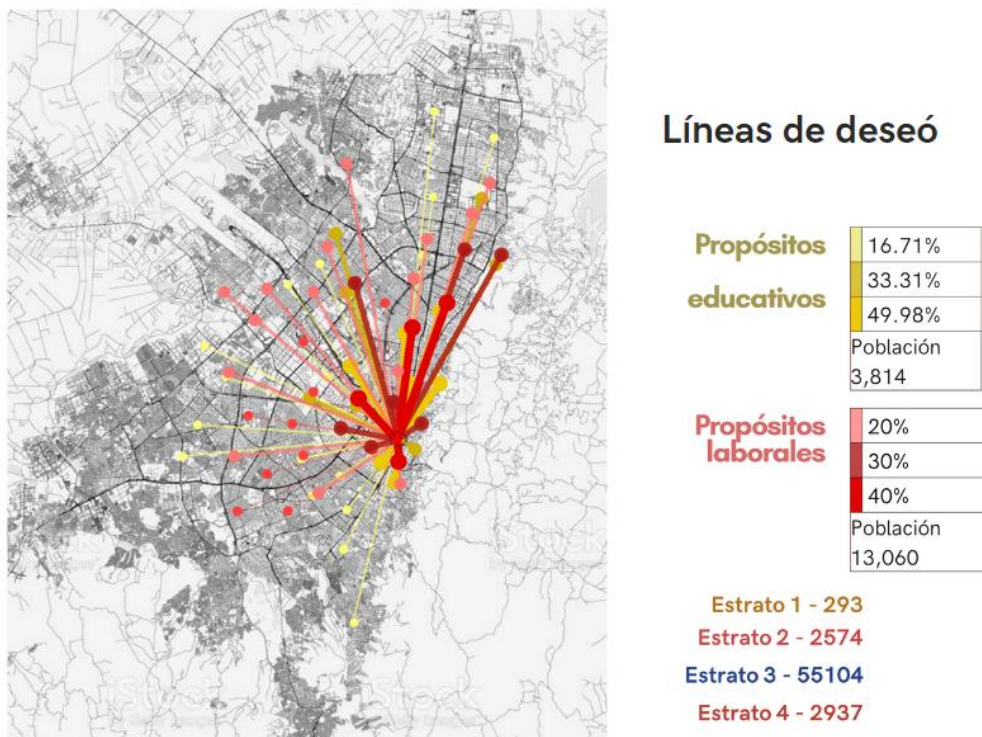
#### **2.3.4 Líneas de deseo**

Las líneas de deseo parten de datos proporcionados por el DANE, teniendo en cuenta la densidad poblacional del área, evidenciando especialmente la cantidad de personas que conforman la población estudiantil. Esto implica una consideración de la estratificación socioeconómica y el número de residentes con formación profesional o técnica en el ámbito correspondiente.

De igual manera, se ha consultado el Observatorio de Movilidad correspondiente al año 2017 para analizar los patrones de desplazamiento desde diversas localidades hacia las áreas de Santa Fe y Los Mártires. Esto se visualiza en la ilustración que representa cómo las personas se trasladan desde la localidad de Suba, Engativá, entre otras, hacia esta

zona de intervención. De acuerdo con los datos recopilados, la población estudiantil en esta área asciende a 3.819 personas, y el 33,31% de ellas proviene de otras localidades. Por otro lado, la población laboral se cifra en 13.060 individuos, con el 70% desplazándose a esta región. Estos resultados subrayan la importancia de planificar y diseñar de manera adecuada los equipamientos y servicios en esta área para atender las necesidades de esta población flotante en constante crecimiento, donde se concentran lugares de trabajo y estudios. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para la toma de decisiones y la implementación estratégica en el contexto del proyecto AIM del metro de Bogotá en la Avenida Caracas con Calle 26, específicamente en la "Estación Central (13)". (Ilustración 7).

**Ilustración 7.** Líneas de deseo



Fuente: Elaboración propia.

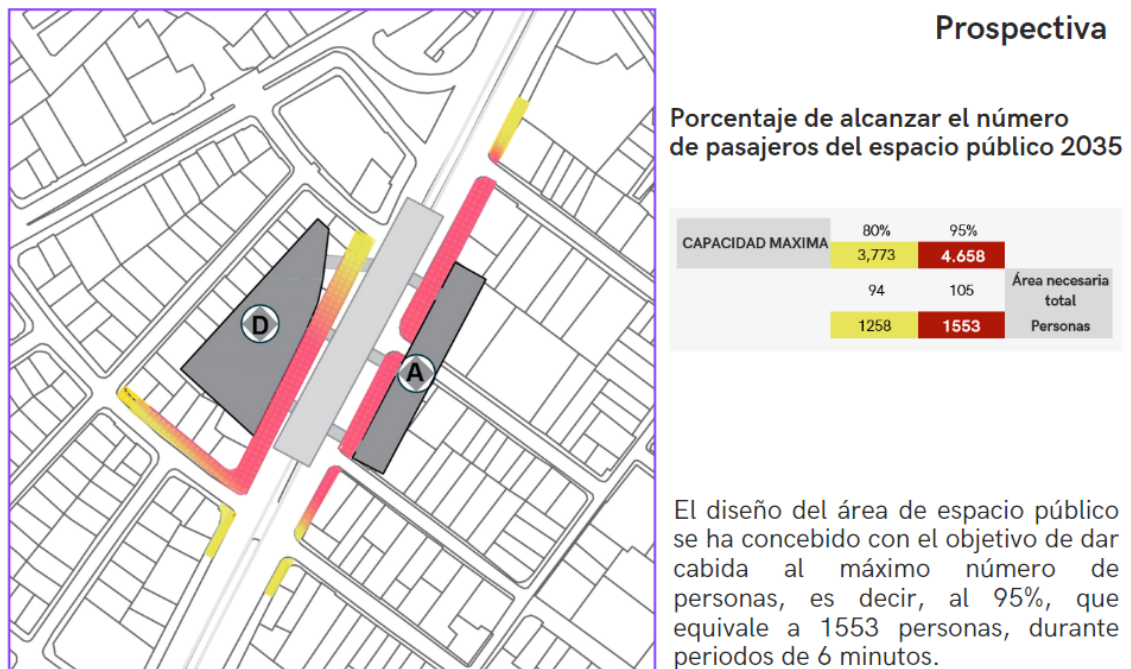
### 2.3.5 Simulación de Montecarlo "ocupación espacio público"

Se llevaron a cabo simulaciones de Monte Carlo mediante el software Risk Simulator, versión 1.0, actualizado el 6 de noviembre de 2023, con el objetivo de analizar el comportamiento de la población. Estas simulaciones incorporan la consideración de la desviación estándar y se centraron en dos percentiles de ocupación: el mínimo, que

corresponde al 80% de ocupación, y el máximo, establecido en el 95%, siguiendo las directrices permitidas por la Unión Internacional de Ferrocarriles en el espacio público.

Los resultados de las simulaciones sugieren que, para el año 2020, se estima que la ocupación en la Estación 13 del metro, con un 80% de capacidad, será de 1.258 personas, ocupando un área de 94 m<sup>2</sup> en el espacio público. En el escenario de una ocupación del 95%, se proyecta que 1.553 personas ocuparán un área de 105 m<sup>2</sup> en dicho espacio público. (Ilustración 8).

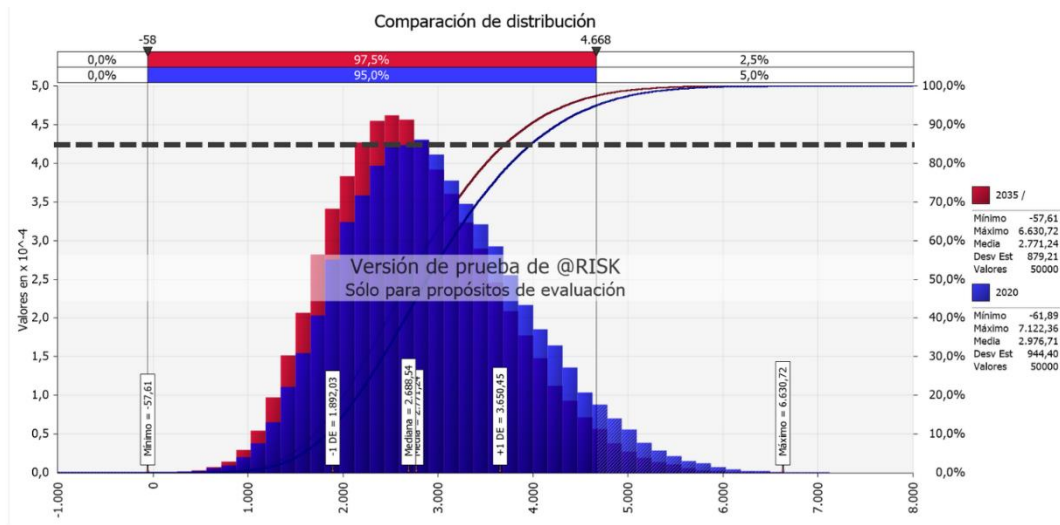
*Ilustración 8. Población en el espacio público 2020*



*Fuente: Elaboración propia.*

Al comparar los datos proyectados para el año 2030 con los del año 2020, se destaca una relación interesante. Se observa que un menor nivel de ocupación en el espacio público en 2030 se traduce en un aumento significativo en el tiempo de desplazamiento. Para ese año, con una ocupación del 80%, se proyecta una cifra de 1.167 personas, mientras que con una ocupación del 95%, se estima una cantidad de 1.448 personas. (Ilustración 9).

Ilustración 9. Comparación de simulación de datos



Fuente: Elaboración propia.

En la ejecución de la Estación 13 del metro de Bogotá, ubicada en la confluencia de la Avenida Caracas con la Calle 26, se incorporó un "deprimido" con el objetivo de establecer un extenso espacio urbano que favoreciera el mantenimiento de la ocupación máxima al 95 %. Este deprimido, cuidadosamente planificado y diseñado, cumple una función central en la infraestructura de transporte de la ciudad y contribuye a la visión de una Bogotá más eficiente y sostenible.

El diseño del talud que facilita el acceso al deprimido se llevó a cabo respetando una distancia de 12,75 metros entre cada curva, hasta alcanzar una longitud total de 100 metros, de acuerdo con las normativas establecidas para esta pendiente. El muro de contención del talud se construyó con una altura total de 6,5 metros, con un diseño específico de 0,33 metros para cada curva. Se demostró esencial la integración de un talud natural destinado a la siembra de árboles, con una longitud de 3 metros y una distancia de 1,50 metros entre cada curva, con el fin de prevenir desestabilidades geológicas. (Ilustración 10).

**Ilustración 10.** Curvas de nivel deprimido Av. Caracas

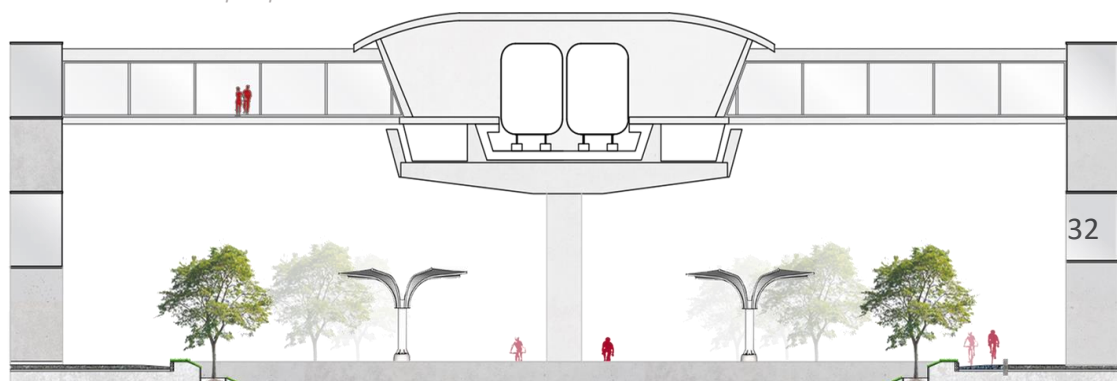
Fuente: Elaboración propia.



El énfasis en la siembra de árboles no solo obedece a criterios estéticos y ecológicos, sino que también contribuye de manera significativa a la sostenibilidad y la preservación del medio ambiente. La vegetación en el talud no solo añade atractivo visual al paisaje urbano, sino que también cumple un papel crucial en la reducción de la erosión del suelo y la mejora de la calidad del aire. Esto está alineado con el compromiso de la ciudad hacia un entorno más saludable y ecológico. (Ilustración 11).

**Ilustración 11.** Perfil transversal deprimido Av. Caracas

Fuente: Elaboración propia.



## Capítulo 3. Diseño Urbano y Ciudad Sostenible

### 3.1 Introducción

La asignatura "Diseño Urbano y Ciudad Sostenible"<sup>7</sup> se enfoca en la exploración de soluciones para abordar el aumento del consumo energético, el cambio climático y la creación de ciudades más conectadas y sostenibles. Con el fin de hacer frente a estos desafíos, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de factores climáticos, que abarca temperaturas máximas, mínimas y promedio en el área de estudio. Además, se examinaron detalladamente el asoleamiento y los vientos predominantes en la zona.

Una de las aportaciones más destacadas surgidas de la asignatura ha sido la propuesta de zonas verdes verticales y espacios públicos diseñados para fomentar la comodidad térmica. Estas áreas han sido concebidas para recibir una exposición solar óptima a lo largo del día, al tiempo que se encuentran resguardadas de los vientos gracias a la presencia de edificaciones de baja altura en su entorno.

Asimismo, se ha tenido en cuenta la conectividad,<sup>8</sup> tanto física como digital de la ciudad, identificando áreas con un elevado potencial para la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> y gases de efecto invernadero. Esto abarca aspectos como la generación de energía, la construcción, el transporte y la gestión de residuos, áreas fundamentales en las que la ciudad contemporánea debe enfocarse para asegurar un futuro sostenible.

### 3.2 Análisis Climático y Ambiental

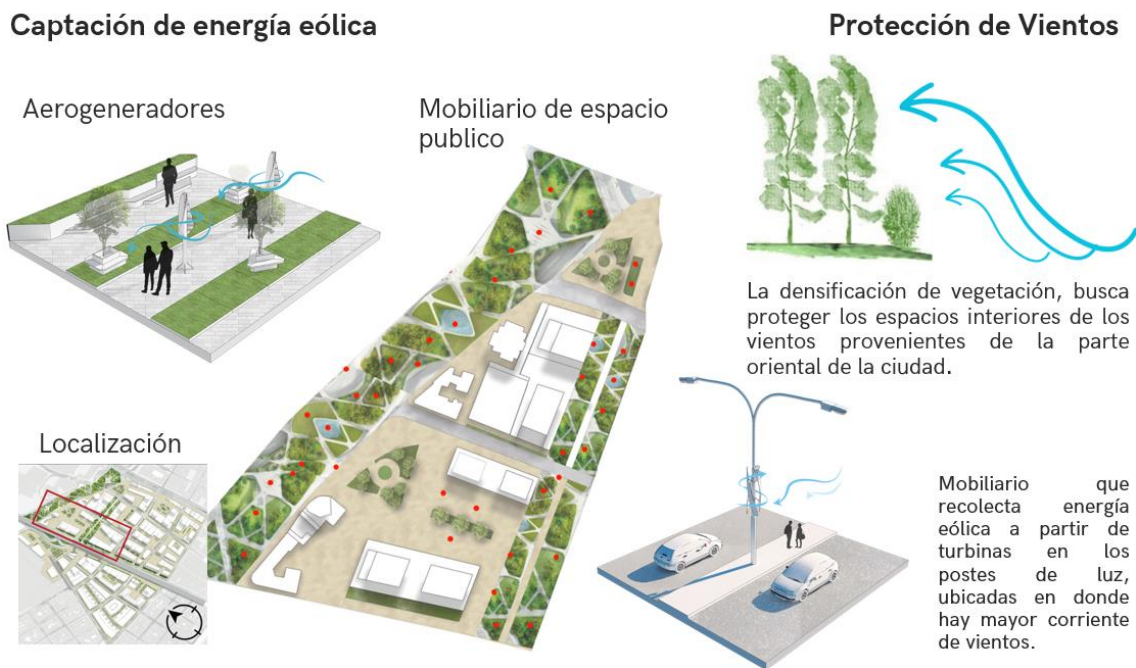
La ciudad de Bogotá cuenta con las siguientes condiciones climáticas: una latitud de 4° 35'56" y longitud de 74° 04' 51", una altura sobre el nivel del mar de 2.625 metros, con una temperatura mínima de 9 grados centígrados y una máxima de 19 grados centígrados y un promedio de 13 grados centígrados; una precipitación de lluvias de 210 mm y una humedad relativa del 68%.

Con la densificación de vegetación se busca, proteger los espacios interiores de los vientos provenientes de la parte oriental de la ciudad. Mediante esta barrera los vientos se desvían y disminuyen su velocidad a la hora de impactar en el espacio público, para hacer más ameno este cuando las personas se encuentren congregadas allí.

### 3.3 Diseño de Espacios Sostenibles

Teniendo en cuenta los vientos predominantes, se busca aprovecharlos al máximo con la disposición de aerogeneradores de energía en el espacio público; esta energía se utiliza para el funcionamiento de las luminarias y algunos espacios públicos que consuman una gran cantidad de energía eléctrica, mitigando un poco su consumo. (Ilustración 12).

*Ilustración 12. | Esquemas vientos*



*Fuente: Elaboración propia.*

En el polígono de intervención impactan aproximadamente 315.400 m<sup>3</sup> de agua lluvia, a la cual se le da el siguiente manejo para no saturar las redes de alcantarillado: Evaporación 20%: 63.080 m<sup>3</sup>; Infiltración 30%: 94.620 m<sup>3</sup>; Almacenamiento 50%: 157.700 m<sup>3</sup>; Vertientes 20%: 63.080 m<sup>3</sup>. Para lo cual, se dispone mobiliario de recolección de agua que luego es dirigida a tanques ubicados en el subsuelo del espacio

público; esta agua es utilizada para la irrigación del espacio público y áreas donde no se requiera agua potable, esto para mitigar su consumo. (Ilustración 13).

Fuente: Elaboración propia.

**Ilustración 13 | Recolección de agua lluvia**

Se calcula una recolección del agua lluvia de 157.700 m<sup>3</sup> con una Lluvia: 315.400 M<sup>3</sup>

**Recolección agua lluvia**

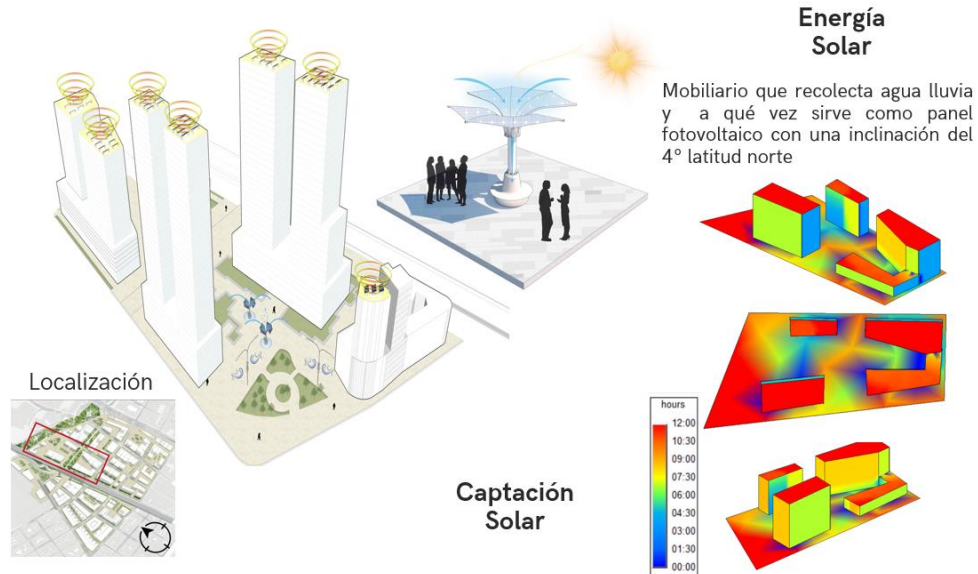
**Manejo**

- Evaporación 20%: 63.080 m<sup>3</sup>.
- Infiltración 30%: 94.620 m<sup>3</sup>.
- Almacenamiento 50%: 157.700 m<sup>3</sup>
- Vertientes 20%: 63.080 m<sup>3</sup>



Considerando el impacto solar en el sector, el cual ocurre en la mayor parte del día, se busca su aprovechamiento para generar energía solar por medio de paneles fotovoltaicos dispuestos en la cubierta de los volúmenes, ya que esta es la parte de más incidencia solar. De igual manera se propone mobiliario de captación solar en el espacio público, y al igual que la energía eólica, esta se puede utilizar para el funcionamiento del espacio y lugares públicos. (Ilustración 14).

### Ilustración 14 | Captación solar



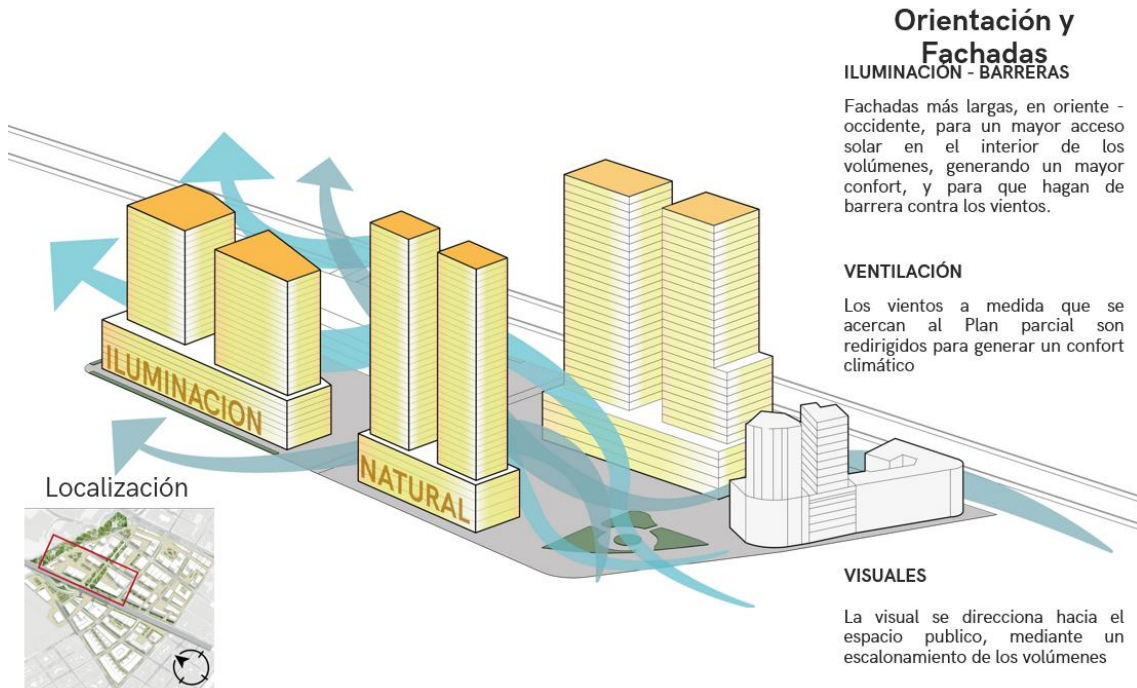
Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 Estrategias de Orientación

Los volúmenes se orientan en sentido oriente- occidente, donde se encuentran las fachadas más largas, para que estos cumplan la función de barrera contra los vientos provenientes de la parte oriental. Adicionalmente, al ubicarse las fachadas más largas en sentido oriente-occidente, se permite un mayor acceso solar hacia el interior de los volúmenes, generando un mayor confort en los espacios interiores; esto teniendo en cuenta que la temperatura de confort de confort del espacio público es entre los 15-22 grados y la estación del metro entre 13-18 grados.

Se propone un escalonamiento de los volúmenes para brindar una mayor incidencia solar en su interior; para generar así un confort, tanto en la temperatura como en la iluminación. De igual manera con el escalonamiento se direcciona la visual hacia el espacio público para generar una interacción interior exterior. (Ilustración 15).

**Ilustración 15** | Orientación fachadas de las edificaciones



Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo 4. Conclusiones

El Área de Integración Multimodal (AIM) de la estación 13 de la primera línea del metro de Bogotá en la Avenida Caracas con la Calle 26, conectará la parte céntrica de ciudad con sus periferias, optimizando los flujos de movilidad de la ciudad, consolidando el valor de centralidad de este territorio.

Al efectuarse una intermodalidad de los sistemas de transporte público se crea un impacto en la movilidad, que permiten una conectividad y un flujo optimizado de las principales vías, generando así un menor tiempo en los recorridos. Lo anterior, permitirá un menor consumo de combustibles y emisiones de CO2.

Con los ejes peatonales que se proponen se quiere priorizar al peatón haciendo más fácil sus recorridos a la hora de realizar el intercambio de sistemas de movilidad. Adicionalmente, la propuesta busca facilitar las actividades de congregación secundarias que se generan por los puntos intermodales de transporte, como el comercio. (Ilustración 16)

### *Ilustración 16 | Imágenes propuesta*

*Fuente: Elaboración propia.*



## Bibliografía

- DANE (2023, 20, 09) Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>
- GLAESER, E. (2018). El triunfo de las ciudades.
- Rúa Rodríguez, J, A (2014). Urbanismo Sostenible: Un enfoque desde la planificación.
- SASSEN, S. (1991). Ciudad global.