

UNIVERSIDAD EAN
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS



SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

Título:

Factores y causas de la baja transición hacia la movilidad eléctrica o electrificación del transporte personal o familiar en Bogotá

Integrantes:

Heide Lizeth Lamprea Méndez
Andrés Steven Hernández Paternina
Cristian Leonardo Manque Pérez
José Danilo Mancipe Robles

Profesor:

Sandra del Pilar Forero Poveda

Bogotá D.C, Colombia

abril, 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. Antecedentes	3
2. Resumen	7
3. Problema de Investigación	7
4. Objetivos	10
3.1. Objetivo general.....	11
3.2. Objetivos específicos.....	11
5. Justificación	11
6. Marco teórico	12
Red de Recarga: Avances y Desafíos.....	14
Aspectos Económicos: Inversión Inicial y Rentabilidad a Largo Plazo.....	15
7. Metodología	18
7.1 Diseño del Primer nivel.....	18
7.1.1 <i>Consulta de fuentes básicas acorde al alcance del estudio</i>	19
7.1.2 <i>Población, Técnica de Muestreo y Tamaño de la Muestra</i>	21
7.2 Diseño del Segundo nivel.....	23
7.2.1 <i>Conceptualización de modelos, referentes y técnicas particulares para intervenciones organizacionales y modelos aplicados</i>	23
7.2.2 <i>Selección o diseño de instrumentos para la recolección de información</i>	25
7.2.3 <i>Técnicas para el análisis de datos acorde al enfoque y diseño de la investigación</i>	25
7.2.4 <i>Resultados de la Encuesta aplicada</i>	26
Bibliografía	50

1. Antecedentes

En las últimas dos décadas, Colombia ha experimentado avances significativos en la movilidad eléctrica, impulsados por políticas públicas y la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Sin embargo, la transición ha estado marcada por desafíos estructurales, como la falta de infraestructura de carga, la alta inversión inicial en vehículos eléctricos y la limitada capacidad de la red eléctrica para soportar una adopción masiva. Este documento examina los antecedentes de la movilidad eléctrica en Colombia, sus hitos más relevantes y los obstáculos que han retrasado su implementación, incorporando estudios previos que contextualizan su evolución.

Estudios previos sobre movilidad eléctrica en Colombia

Estudios previos sobre movilidad eléctrica en Colombia Diversos estudios han abordado la evolución de la movilidad eléctrica en Colombia, analizando factores económicos, ambientales, tecnológicos y sociales. Por ejemplo, el estudio de Olaya et al. (2018) evaluó la viabilidad de la movilidad eléctrica en Bogotá, concluyendo que, aunque existen incentivos fiscales, la infraestructura de carga sigue siendo insuficiente para una adopción masiva. Asimismo, un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020) identificó que la falta de financiamiento accesible para la compra de vehículos eléctricos es uno de los principales retos en la región.

Un análisis realizado por la Universidad de los Andes (2021) sobre la transición energética en Colombia resaltó la importancia de integrar fuentes renovables con la movilidad eléctrica para garantizar una reducción efectiva de emisiones. Este estudio también destacó que, a pesar de las iniciativas gubernamentales, la percepción de altos costos y la falta de conocimiento sobre los beneficios de los vehículos eléctricos siguen siendo barreras significativas.

Adicionalmente, la Universidad Nacional de Colombia (2023) realizó un estudio enfocado en la percepción pública sobre la movilidad eléctrica en Bogotá, evidenciando un alto nivel de desconocimiento y desinformación, factores que influyen negativamente en la adopción de estas tecnologías. Así mismo, un informe del Centro de Innovación Energética de Colombia (2024) enfatizó la necesidad de reforzar la capacidad técnica y modernizar la infraestructura eléctrica para atender la creciente demanda derivada del aumento proyectado en vehículos eléctricos.

Finalmente, la Universidad Externado de Colombia (2023) destacó que, aunque Colombia cuenta con un marco regulatorio favorable, persisten barreras administrativas y burocráticas significativas, dificultando la implementación efectiva de las políticas públicas orientadas a promover la movilidad eléctrica.

Antecedentes y evolución del marco regulatorio

El interés en la movilidad eléctrica en Colombia comenzó a consolidarse a principios de la década de 2000 con iniciativas aisladas en el sector privado y académico. No obstante, el verdadero impulso llegó con la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME), presentada en 2019 por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) y el Ministerio de Transporte. Esta estrategia estableció metas claras para la incorporación de vehículos eléctricos, priorizando su uso en el transporte público y promoviendo incentivos fiscales para su adquisición.

Uno de los hitos clave en este período fue la Ley 1964 de 2019, que incentivó la compra de vehículos eléctricos mediante beneficios tributarios, reducción en el impuesto vehicular (1% del valor comercial) y exenciones en restricciones de movilidad, como el "pico y placa" en varias ciudades. Además, la ley promovió la instalación de estaciones de carga pública y reguló la integración de esta infraestructura con la red eléctrica nacional (Congreso de la República de Colombia, 2019).

En 2020, la Ley 2099 fortaleció la transición energética al otorgar incentivos adicionales a tecnologías de movilidad sostenible, como la posibilidad de acceder a créditos y subsidios para la adquisición de flotas eléctricas en el sector de transporte público. En el mismo año, Bogotá lanzó el primer sistema de buses 100% eléctricos de Latinoamérica, con una flota inicial de 379 vehículos (TransMilenio, 2020).

Primeras iniciativas y regulación inicial (2000-2010)

El interés por la movilidad eléctrica en Bogotá comenzó a surgir en la primera década del siglo XXI. Sin embargo, las acciones en este período fueron limitadas y se enfocaron en estudios de factibilidad más que en implementaciones concretas. A pesar de que Bogotá ya enfrentaba altos niveles de contaminación, no existían incentivos significativos para promover vehículos eléctricos en el sector privado o público.

Un estudio realizado por el Instituto de Investigación en Energía de la Universidad Nacional de Colombia (2009) destacó que, aunque la movilidad eléctrica era una alternativa viable, la ausencia de políticas claras y la falta de infraestructura de carga representaban obstáculos importantes.

Primeros pilotos y avances en políticas públicas (2011-2015)

Uno de los hitos más importantes en Bogotá ocurrió en 2013 con la introducción de los primeros taxis eléctricos en la ciudad. En este año, la Secretaría de Movilidad de Bogotá, en conjunto con empresas privadas como BYD y Codensa, implementó un plan piloto con 50 taxis eléctricos, los cuales contaban con estaciones de carga en puntos estratégicos de la ciudad (Secretaría Distrital de Movilidad, 2013). Esta iniciativa permitió evaluar la viabilidad de los vehículos eléctricos en el transporte público, aunque enfrentó dificultades por la falta de puntos de carga y la autonomía de las baterías.

En 2014, la Alcaldía de Bogotá, bajo el liderazgo de Gustavo Petro, implementó incentivos fiscales para la compra de vehículos eléctricos, incluyendo exenciones del impuesto vehicular y reducción de tarifas en el registro. Sin embargo, la adopción de estos vehículos seguía siendo baja debido a su alto costo y la limitada infraestructura de carga. Un análisis de la Universidad de La Sabana (2015) evidenció que, aunque los incentivos ayudaban a reducir costos, la infraestructura seguía siendo un reto clave para la expansión de la movilidad eléctrica.

Avances en infraestructura de carga y adopción de vehículos eléctricos

Si bien la infraestructura de carga ha crecido en los últimos años, sigue siendo un desafío para la masificación de la movilidad eléctrica. Hasta 2023, Colombia contaba con más de 250 estaciones de carga, concentradas en Bogotá, Medellín y Cali, lo que deja desatendidas a varias regiones del país (DerTransporte, 2023). Empresas como Enel X y Celsia han liderado la instalación de puntos de carga públicos y privados, con Bogotá como el epicentro de estos desarrollos.

En términos de adopción de vehículos eléctricos, las cifras han crecido de manera constante. En 2019, se registraron 1.290 vehículos eléctricos en Colombia, mientras que en 2023 esta cifra alcanzó los 3.677 vehículos. A pesar del crecimiento, la participación de vehículos eléctricos en el parque automotor sigue siendo baja en comparación con otros países de la región, como Chile o México (Enel X, 2023).

En 2024, Bogotá inauguró su primera red pública de carga rápida, con el objetivo de reducir los tiempos de recarga y mejorar la accesibilidad de los usuarios a esta tecnología. Este hito representa un avance importante en la consolidación de la movilidad eléctrica en el país. Según un informe del Centro de Innovación Energética de Colombia (2024), la expansión de la infraestructura de carga es un paso esencial para lograr una transición efectiva hacia la movilidad sostenible.

2. Resumen

Este documento analiza la transición hacia la movilidad eléctrica en Bogotá, enfocándose en los avances, desafíos y perspectivas de este proceso. Se examinan aspectos como la infraestructura de carga, la adopción de vehículos eléctricos, las políticas públicas y las iniciativas privadas que han impulsado este cambio. Además, se identifican las barreras que limitan una adopción más amplia y se proponen recomendaciones para acelerar la transición hacia una movilidad más sostenible en la ciudad.

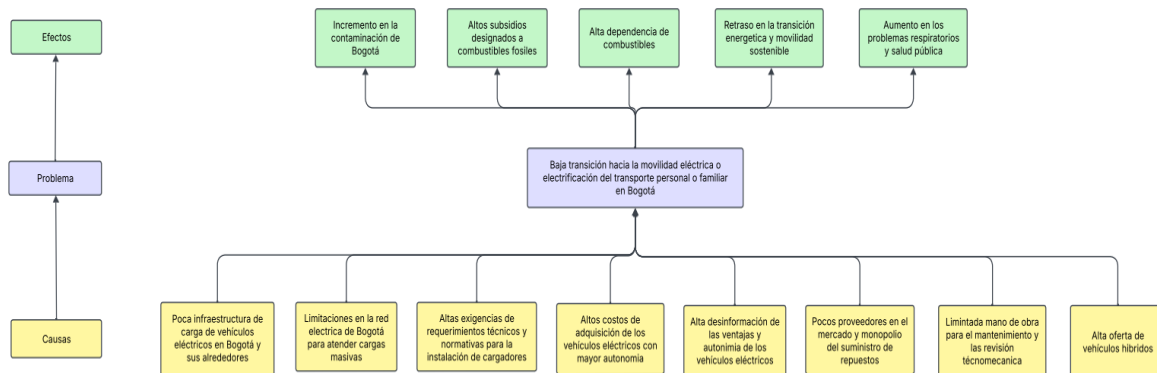
Palabras clave: Movilidad eléctrica, infraestructura de carga, regulación, transición energética, sostenibilidad.

3. Problema de Investigación

Uno de los principales problemas en Bogotá es **las barreras hacia la movilidad eléctrica o electrificación del transporte personal o familiar**, causado por la poca infraestructura de carga de vehículos eléctricos en la ciudad y sus alrededores. Esta falta de estaciones de carga distribuidas de manera estratégica dificulta el uso de vehículos eléctricos. Además, la limitación de la red eléctrica para atender una demanda creciente, los altos costos de adquisición de vehículos eléctricos, la desinformación sobre sus ventajas y la alta dependencia de combustibles fósiles contribuyen a que la adopción de la movilidad eléctrica sea aún limitada. Como resultado, la ciudad enfrenta altos niveles de contaminación y problemas de salud pública derivados del uso predominante de vehículos de combustión interna.

En el siguiente árbol de problemas, se identifica las causas más importantes y los efectos más visibles de esta problemática:

Arbol de problemas



Causas

- **Infraestructura de carga insuficiente:** Aunque Bogotá ha comenzado a implementar infraestructura de carga para vehículos eléctricos, la red actual sigue siendo insuficiente y no está distribuida de manera equitativa por toda la ciudad. Las estaciones de carga se concentran principalmente en algunas zonas como el norte de Bogotá, dejando zonas periféricas o de difícil acceso sin cobertura. Esta distribución desigual limita el uso de vehículos eléctricos, ya que los conductores necesitan contar con puntos de recarga accesibles y temen quedarse sin carga en medio del trayecto.
- **Limitaciones en la red eléctrica:** La infraestructura eléctrica de Bogotá, aunque es robusta, enfrenta limitaciones para soportar una carga adicional significativa que provenga de vehículos eléctricos. Según los expertos, una adopción masiva de vehículos eléctricos podría generar presión sobre la red, especialmente en términos de distribución y carga en horas punta, lo que podría generar interrupciones en el servicio o sobrecargar las subestaciones existentes, además de aumentar los costos operativos si no se realizan las inversiones necesarias para adaptar la infraestructura.

- **Altos costos de adquisición:** Los vehículos eléctricos, aunque más económicos en términos de mantenimiento y consumo energético, tienen un precio de adquisición mucho más alto que los vehículos de combustión. En Bogotá, donde la clase media baja y media se ve como el principal consumidor, los altos costos iniciales son una barrera significativa.
- **Desconocimiento:** En Bogotá, muchas personas aún desconocen las ventajas y beneficios de los vehículos eléctricos, tanto en términos de costos como de impacto ambiental. La falta de información clara sobre duración de las baterías, los costos asociados a la infraestructura de recarga y beneficios, genera desconfianza entre la población.
- **Dependencia de combustibles fósiles:** Bogotá, como muchas otras ciudades en Colombia, tiene una alta dependencia del uso de combustibles fósiles para el transporte, especialmente el diésel y la gasolina. Además, los subsidios otorgados a los combustibles fósiles no solo fomentan el uso de vehículos convencionales, sino que también crean un ambiente donde los costos de los combustibles siguen siendo bajos, desincentivando el cambio hacia alternativas más limpias.

Efectos:

- **Baja transición hacia la movilidad eléctrica:**
Aunque Bogotá ha comenzado a experimentar la utilización de vehículos eléctricos en el transporte público, la utilización de estos vehículos en el sector privado es mucho más lenta. Según estudios recientes, la participación de vehículos eléctricos en la flota total de vehículos en Bogotá sigue siendo mínima.
- **Incremento en la contaminación:**
Bogotá ya enfrenta problemas significativos de calidad del aire, debido a las emisiones de los vehículos de combustión, especialmente en zonas de alta congestión como el

centro y el norte de la ciudad, afectando la salud pública, especialmente en áreas donde los niveles de gases contaminantes superan los límites recomendados por la OMS.

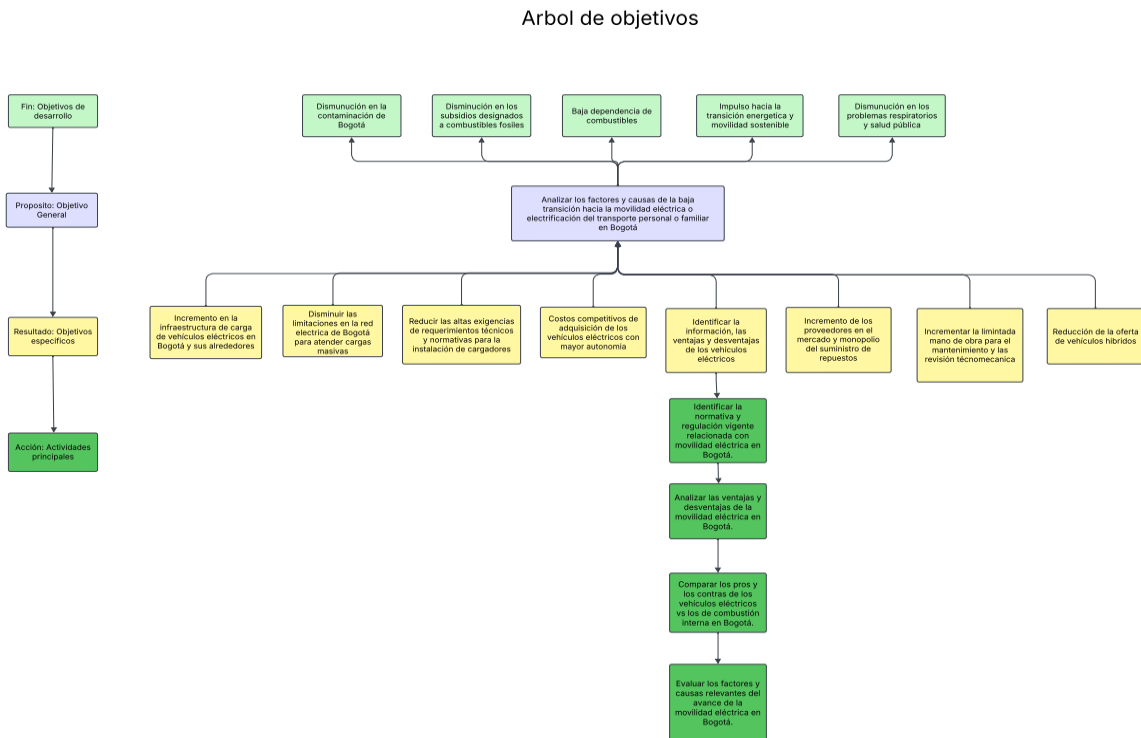
- **Alta dependencia de combustibles fósiles:**

La continuidad en el subsidio y la disponibilidad de combustibles fósiles en Bogotá mantiene el uso de vehículos convencionales. La ciudad depende en gran medida de estos recursos para el transporte de mercancías y personas, lo que refuerza el consumo actual.

- **Problemas de salud pública:**

Bogotá experimenta niveles de contaminación atmosférica que afectan especialmente a la población vulnerable, como niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias. La mala calidad del aire aumenta la tasa de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, lo que a su vez incrementa los costos en salud pública.

4. Objetivos



3.1. Objetivo general

Analizar las barreras de la baja transición hacia la movilidad eléctrica o electrificación del transporte personal o familiar en Bogotá, identificando la información normativa, técnica y describiendo las ventajas y desventajas relacionadas con la movilidad eléctrica.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar la normativa y regulación vigente relacionada con movilidad eléctrica en Bogotá.
- Analizar las ventajas y desventajas de la movilidad eléctrica en Bogotá.
- Comparar los pros y los contras de los vehículos eléctricos versus los de combustión interna en Bogotá.
- Evaluar los factores y causas relevantes del avance de la movilidad eléctrica en Bogotá.

5. Justificación

El presente estudio de investigación tiene como objetivo analizar la baja transición hacia la movilidad eléctrica o electrificación del transporte personal o familiar en Bogotá, teniendo en cuenta que, a la fecha del total de vehículos matriculados en la ciudad de Bogotá, solamente el 0.35% corresponde a vehículos eléctricos (El Tiempo, 2024), por lo cual se evidencia una baja participación en el mercado.

Así mismo se pueden abarcar diferentes ámbitos fundamentales para la realización de la presente investigación: conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico y utilidad metodológica.

La conveniencia de la presente investigación está enfocada en argumentar y analizar los diferentes beneficios que tiene la transición vehicular eléctrica de los vehículos particulares, ya

que aproximadamente más del 90% del parque automotor en Bogotá son vehículos a gasolina, es indispensable tomar acciones pertinentes para contribuir con el medio ambiente de la ciudad.

La relevancia social que tiene esta investigación también permite analizar las estadísticas y los índices de contaminación que atraviesa la ciudad por la baja transición de vehículos eléctricos, ya que esto se traduce en un incremento de enfermedades respiratorias. Identificar las barreras de la baja demanda de los vehículos eléctricos también permitirá contribuir en identificar soluciones más claras con el fin de dar a conocer y tomar acciones a corto plazo.

En conjunto se analizará el valor teórico y utilidad metodológica, teniendo como base el análisis de los diferentes estudios realizados por diferentes entidades y las estadísticas que permiten evidenciar la toma de decisiones de los habitantes de la ciudad de Bogotá en el momento de adquirir un vehículo particular. Con datos cualitativos y cuantitativos esperamos identificar y concluir los diferentes aspectos del problema de investigación.

Con un enfoque en el campo del Emprendimiento y gerencia, abordaremos la presente investigación mediante practicas gerenciales, profundizando hacia la línea de la macroeconomía y desarrollo económico.

6. Marco teórico

Una de las grandes revoluciones a nivel mundial desde el siglo XIX ha sido la incorporación de la movilidad eléctrica, desde el año 1828 se viene incorporando el motor eléctrico, el inventor Ányos Jedlik, fue uno de los grandes referentes del inicio de avances significativos en este tema, así mismos países como Estados Unidos y Países Bajos, contribuyeron en gran parte al desarrollo de motores eléctricos.

De acuerdo con el informe de ENEL X (2022) de los referentes en prototipos se ha destacado Robert Anderson, con la fabricación del primer vehículo eléctrico funcional, pero a

pesar de los grandes esfuerzos de diferentes actores en movilidad eléctrica, en el año 1908 Henry Ford incorporo en el mercado vehículos con motor de combustión a gasolina y al ser vehículos, eran más económicos en su adquisición con respecto a los vehículos eléctricos y de esta forma fueron los pioneros en el mercado durante varios años.

Teniendo en cuenta que, durante varios años la movilidad vehicular de motores de uso de combustibles como la gasolina, empezaron a impactar negativamente en el medio ambiente y de esta manera contribuyendo al calentamiento global que a la fecha ha sido un objetivo mundial para poder mitigar sus efectos.

De esta manera diferentes países de la Unión Europea han liderado la transición de movilidad eléctrica con el fin de contribuir con una economía más sostenible, generando diferentes incentivos a las personas o empresas que adopten el uso de energías renovables.

Con base en IEEE URUCON (2021) el transporte vehicular es uno de los principales responsables de emisiones de gases de efecto invernadero, por lo cual es fundamental la implementación de la movilidad eléctrica, con el fin de disminuir la emisión de gases contaminantes. Se proyecta un incremento en la compra de vehículos eléctricos por ende la economía debe proyectar un aumento en la demanda.

Teniendo en cuenta que el presente estudio se enfoca en la baja transición de vehículos de gasolina a eléctricos en la ciudad de Bogotá, se evidencia que hay diferencias barreras que limitan la transición de los vehículos de gasolina a eléctricos, una de las grandes limitantes son los altos costos de adquisición como se menciona en el estudio por parte de la Universidad Externado (2023) los vehículos eléctricos tienen un costo inicial más alto, aunque los costos de algunas partes como las baterías han disminuido, siguen teniendo un alto costo en comparación a los vehículos tradicionales, adicionalmente la infraestructura es una de los puntos que también

limitan la compra de vehículos eléctricos, teniendo en cuenta que hay pocos puntos de recarga en zonas urbanas y rurales.

Iniciativas Gubernamentales y Beneficios

El gobierno colombiano ha implementado diversas medidas para impulsar la adopción de una movilidad más sostenible. En la capital, los propietarios de vehículos eléctricos disfrutaban de una reducción del 60% en el impuesto vehicular durante los primeros cinco años de posesión. Adicionalmente, estos vehículos están libres de las restricciones de circulación del "pico y placa", lo que representa una ventaja significativa para quienes se desplazan diariamente por Bogotá (Secretaría de Movilidad de Bogotá, 2023).

Por otra parte, la Ley 1964 de 2019 establece cuotas mínimas de vehículos eléctricos que deben incorporarse progresivamente en las flotas oficiales y de transporte público. Esta normativa busca estimular la comercialización de estos vehículos y aumentar su presencia en el mercado nacional (Congreso de Colombia, 2019).

Red de Recarga: Avances y Desafíos

La disponibilidad de puntos de recarga resulta determinante para la expansión del transporte eléctrico. A finales de 2023, Bogotá dio un paso importante con la inauguración de su primera red pública de recarga, que cuenta con 15 electrolinerías ubicadas estratégicamente en diferentes zonas de la ciudad. Esta iniciativa pretende facilitar el acceso a la recarga y promover la utilización de vehículos eléctricos entre los ciudadanos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2023).

No obstante, pese a estos importantes avances, la infraestructura de recarga continúa siendo insuficiente frente al creciente número de vehículos eléctricos en circulación. Una investigación reciente de la Universidad de los Andes (2023) señala que la escasez de estaciones

de carga constituye uno de los principales obstáculos para la masificación de esta tecnología en la ciudad.

Aspectos Económicos: Inversión Inicial y Rentabilidad a Largo Plazo

Un reto fundamental para la adopción masiva de vehículos eléctricos sigue siendo su elevado precio de compra. Aunque el costo de las baterías ha experimentado una reducción considerable en los últimos años, el valor de adquisición de un vehículo eléctrico todavía supera al de su equivalente de combustión interna. Sin embargo, al considerar el costo total durante toda la vida útil del vehículo, la opción eléctrica puede resultar más económica gracias a los menores gastos en mantenimiento y consumo energético (Universidad Externado de Colombia, 2023).

Los vehículos eléctricos presentan ventajas operativas significativas, pues requieren menos intervenciones técnicas al carecer de componentes complejos como motores de combustión, sistemas de transmisión o tubos de escape. Según datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE, 2023), los costos operativos de un vehículo eléctrico pueden ser aproximadamente un 50% inferiores a los de un automóvil convencional durante todo su ciclo de vida.

Aunque el precio de compra inicial de los vehículos eléctricos sigue siendo un factor crítico, estudios recientes del BID (2023) indican que los costos totales de propiedad (TCO) de vehículos eléctricos pueden ser más bajos debido a menores costos operativos y mantenimiento. Este aspecto económico es crucial para diseñar incentivos eficaces que reduzcan la barrera del costo inicial y resalten los beneficios financieros a largo plazo para los consumidores.

Infraestructura y capacidad técnica

Para que la transición hacia vehículos eléctricos sea viable, es indispensable contar con una infraestructura de recarga adecuada y distribuida estratégicamente. Estudios como el de la Universidad de los Andes (2024) subrayan que, aunque Bogotá ha avanzado, la infraestructura sigue rezagada respecto al crecimiento potencial del mercado eléctrico vehicular, destacando la necesidad urgente de fortalecer esta red y ampliar su cobertura hacia zonas periféricas.

Por otro lado, la capacidad técnica de la red eléctrica debe reforzarse mediante inversiones que garanticen estabilidad y seguridad energética. Un análisis reciente de Enel X (2024) recomienda inversiones en tecnologías de almacenamiento de energía y soluciones de gestión inteligente de cargas para mitigar impactos en la red eléctrica local.

Teoría del comportamiento del consumidor y movilidad eléctrica

La adopción de vehículos eléctricos no solo depende de factores técnicos y económicos, sino también de aspectos sociales y culturales. Rogers (2003) en su teoría de difusión de innovaciones sostiene que la adopción de nuevas tecnologías está influenciada por variables como la percepción de ventaja relativa, compatibilidad con el estilo de vida, complejidad percibida, posibilidad de probar la innovación y visibilidad social. Aplicando esta teoría al contexto de Bogotá, es evidente que la percepción de altos costos iniciales y la incertidumbre sobre la infraestructura disponible influyen negativamente en la decisión del consumidor.

Según el estudio de la Universidad Nacional (2023), en Bogotá existe un amplio desconocimiento sobre los beneficios económicos y ambientales de los vehículos eléctricos. Esto evidencia la necesidad de campañas educativas y estrategias informativas eficaces para cambiar percepciones y promover su adopción.

La teoría del comportamiento planificado de Ajzen (1991) también es relevante para esta investigación, ya que plantea que la intención de adoptar un comportamiento está determinada por la actitud personal hacia la acción, las normas subjetivas y la percepción de control sobre dicha conducta. En este sentido, políticas públicas que faciliten el acceso a infraestructura adecuada, reduzcan los costos de adquisición y mantenimiento, y promuevan una imagen positiva de los vehículos eléctricos podrían modificar significativamente la intención y comportamiento de compra en Bogotá.

Aspectos regulatorios

El marco regulatorio colombiano actual incluye importantes incentivos para promover la movilidad eléctrica (Ley 1964 de 2019 y Ley 2099 de 2020). Sin embargo, estudios como el de la Universidad Externado (2023) han identificado deficiencias en la implementación efectiva de estas regulaciones debido a barreras administrativas y burocráticas. Por lo tanto, la mejora en la eficiencia y claridad regulatoria podría facilitar una transición más rápida.

Estudios adicionales realizados en Bogotá

- Observatorio de Movilidad de Bogotá (2024): Presenta estadísticas actualizadas sobre la adopción y distribución de vehículos eléctricos, lo cual permite identificar áreas prioritarias para la expansión de infraestructura de recarga.
- Secretaría Distrital de Movilidad (2023): Documenta los beneficios fiscales y regulatorios ofrecidos a los propietarios de vehículos eléctricos en la ciudad, destacando una reducción del 60% en el impuesto vehicular durante los primeros cinco años y exenciones del pico y placa.
- Centro de Innovación Energética de Colombia (2024): Recomienda inversiones estratégicas en infraestructura para mejorar la capacidad técnica de la red eléctrica y responder adecuadamente al crecimiento proyectado en la demanda vehicular eléctrica.

Estos estudios consolidan la importancia de implementar un enfoque integral que incluya aspectos técnicos, económicos, regulatorios y culturales, esenciales para promover una transición efectiva y sostenible hacia la movilidad eléctrica en Bogotá.

Comparación Internacional

A pesar de los avances en movilidad eléctrica en Bogotá, ciudades como **Santiago de Chile** y **Medellín** han desarrollado estrategias más integrales. Santiago cuenta con una flota de buses eléctricos líder en la región y subsidios directos a la compra privada. Medellín, a través de EPM, ha impulsado modelos de negocio y acceso a crédito verde. En contraste, Bogotá aún enfrenta desafíos de infraestructura, financiación y desconocimiento ciudadano que limitan la expansión de esta tecnología.

7. Metodología

7.1 Diseño del Primer nivel

Tipo y Diseño de Investigación

Esta investigación es de tipo descriptivo, con enfoque cuantitativo. Se busca identificar y analizar los factores económicos, técnicos, sociales y regulatorios que influyen en la baja transición hacia la movilidad eléctrica en Bogotá.

El diseño metodológico contempla dos fases: (1) revisión documental y normativa; y (2) aplicación de una encuesta estructurada a una muestra probabilística de residentes en Bogotá. Esta estructura permite obtener información tanto de fuentes secundarias como de la percepción ciudadana, integrando un análisis comparativo que enriquece la interpretación de los resultados.

7.1.1 Consulta de fuentes básicas acorde al alcance del estudio

Se realizó una revisión de fuentes relacionadas con la movilidad eléctrica en Colombia, incluyendo estudios académicos previos, políticas públicas, marcos regulatorios e informes sectoriales sobre infraestructura eléctrica y adopción tecnológica. Entre las fuentes más relevantes se destacan estudios del BID¹ (2020), Universidad Nacional de Colombia (2023), Universidad Externado (2023), Centro de Innovación Energética de Colombia (2024) y Enel X (2024) mencionados anteriormente, los cuales nos permitieron identificar factores de la baja adopción de vehículos eléctricos en Bogotá.

Enfoque, alcance y diseño de la investigación

El enfoque de la investigación de la baja transición hacia la movilidad eléctrica en Bogotá se desarrollará de una manera cuantitativa, haciendo un énfasis que busca establecer o analizar las diferentes circunstancias o decisiones que tienen los ciudadanos al momento de adquirir un vehículo para uso de transporte personal. Este enfoque nos permitirá obtener datos concretos y medibles sobre los factores económicos, técnicos y sociales que influyen en la decisión de adquirir vehículos eléctricos.

Así mismo se analizarán los factores externos a nivel público, normativo y de infraestructura que se tienen presente y que son fundamentales para tomar la decisión de compra de vehículos eléctricos. De esta forma se busca enfocar una investigación descriptiva donde se podrá establecer algunas de las causas y efectos que están ocasionando que no haya un alto porcentaje de vehículos eléctricos de uso familiar en Bogotá.

¹ BID - Banco Interamericano de Desarrollo

El alcance de la investigación será analizar en la ciudad de Bogotá las diferentes limitaciones que hay dentro de la ciudad en materia de infraestructura, factores sociales, económicos y percepciones de los ciudadanos en el momento de adquirir vehículos electrónicos, ya que esto genera un gran impacto ambiental y las barreras que se están presentando actualmente que están ocasionando retrasos en la transición de vehículos eléctricos en la ciudad.

La investigación se desarrollará en dos fases, se aplicará una encuesta a personas residentes y mayores de edad de la ciudad de Bogotá, para analizar y obtener diferentes datos cuantitativos con el fin de responder a la pregunta problema de la presente investigación, las barreras hacia la movilidad eléctrica o electrificación del transporte personal o familiar.

La segunda metodología es analizar datos de fuentes secundarias como encuestas o entrevistas y de esta manera hacer un comparativo de las dos fases, para analizar los factores que influyen en la baja transición de vehículos eléctricos de uso familiar o personal en la ciudad de Bogotá.

Definición conceptual y operacional de variables

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumento
Adopción de movilidad eléctrica	Nivel de aceptación y uso de vehículos eléctricos	Intención de compra, posesión actual	Encuesta (Preg. 6, 8)
Infraestructura de carga	Percepción sobre disponibilidad y accesibilidad de estaciones	Cobertura geográfica, facilidad de acceso	Encuesta (Preg. 11, 13)
Costos de adquisición	Barrera económica percibida	Disposición a pagar, comparación con vehículos tradicionales	Encuesta (Preg. 9, 11)
Conocimiento	Nivel de información técnica, económica y ambiental	Reconocimiento de beneficios ambientales, operativos y de mantenimiento	Encuesta (Preg. 10, 11)

7.1.2 Población, Técnica de Muestreo y Tamaño de la Muestra

Descripción de la Población

La población objetivo de este estudio está compuesta por los residentes de la ciudad de Bogotá, mayores de edad, que tienen la capacidad de adquirir un vehículo para uso personal o familiar. Esta población incluye tanto a aquellos que ya poseen un vehículo eléctrico como a aquellos que poseen vehículos de combustión interna y están considerando la posibilidad de cambiar a un vehículo eléctrico.

Número de Individuos en la Población

Según datos del censo más reciente y registros de la Secretaría de Movilidad de Bogotá, la población de interés se estima en aproximadamente 1,500,000 individuos. Este número incluye a todos los residentes mayores de edad que tienen la capacidad económica y la intención potencial de adquirir un vehículo. La Secretaría de Movilidad de Bogotá proporciona datos detallados sobre la cantidad de vehículos registrados, la distribución de los mismos por tipo de combustible, y las características demográficas de los propietarios de vehículos. Estos datos son esenciales para entender la dinámica de la movilidad en la ciudad y para identificar los segmentos de la población que podrían estar más inclinados a adoptar vehículos eléctricos.

Para acceder a los datos del censo y otros registros relevantes, puedes visitar el sitio web oficial de la Secretaría de Movilidad de Bogotá (<https://www.movilidadbogota.gov.co/web/>).

Tipo de Muestreo Elegido

Dado el tamaño considerable de la población, se optará por un muestreo probabilístico estratificado. Este tipo de muestreo permite dividir la población en diferentes estratos o subgrupos (por ejemplo, según nivel socioeconómico, ubicación geográfica dentro de la ciudad, y tipo de vehículo actualmente poseído) y luego seleccionar aleatoriamente individuos de cada

estrato. Este enfoque asegura que todos los subgrupos relevantes estén representados en la muestra, lo que mejora la precisión y la representatividad de los resultados.

Tamaño de la Muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizará la fórmula para el cálculo del tamaño de muestra en poblaciones grandes, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% (Alreck & Settle, 1985; Forza, 2002; Verma & Goodale, 1995). Aplicando estos parámetros, el tamaño de la muestra se calcula de la siguiente manera:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

- (n) es el tamaño de la muestra.
- (N) es el tamaño de la población (1,500,000).
- (Z) es el valor z correspondiente al nivel de confianza (1.96 para un 95% de confianza).
- (p) es la proporción esperada de la población que posee la característica de interés (se asume 0.5 para maximizar el tamaño de la muestra).
- (e) es el margen de error (0.05).

Sustituyendo los valores:

$$n = \frac{1,500,000 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)}{0.05^2 \cdot (1,500,000 - 1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)}$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra será de aproximadamente 384 individuos. Este tamaño de muestra es suficiente para proporcionar resultados representativos y confiables sobre las barreras y factores que afectan la transición hacia la movilidad eléctrica en Bogotá.

7.2 Diseño del Segundo nivel

7.2.1 Conceptualización de modelos, referentes y técnicas particulares para intervenciones organizacionales y modelos aplicados

Para realizar esta intervención organizacional y aplicar modelos específicos sobre la transición hacia la movilidad eléctrica en Bogotá, se utilizarán principalmente dos marcos teóricos fundamentales:

- **Modelo de Difusión de Innovaciones de Rogers (2003):** Este modelo analiza cómo, por qué y a qué ritmo las nuevas ideas y tecnologías se difunden a través de las culturas, enfocándose en factores como la ventaja relativa percibida, compatibilidad, complejidad percibida, capacidad de prueba y observabilidad.
- **Teoría del Comportamiento Planificado de Ajzen (1991):** Esta teoría proporciona una base para comprender cómo las actitudes personales, las normas sociales y el control percibido influyen en la intención y comportamiento real de adopción tecnológica.

Estos modelos permiten identificar y conceptualizar claramente los factores organizacionales y sociales relevantes para esta investigación, facilitando la intervención basada en evidencia empírica sobre movilidad eléctrica.

Caracterización de componentes y elementos funcionales de los modelos utilizados

Los modelos mencionados anteriormente se descomponen en elementos clave que sirven como variables de análisis:

- **Modelo de Rogers:**

- Ventaja relativa: Beneficios percibidos de vehículos eléctricos en comparación con vehículos tradicionales.
- Compatibilidad: Oportunidad entre los vehículos eléctricos y las prácticas actuales, necesidades y valores de los consumidores.
- Complejidad percibida: Facilidad de uso y percepción sobre la disponibilidad de infraestructura necesaria.
- Capacidad de prueba: Oportunidades que tienen los consumidores para probar y experimentar con vehículos eléctricos antes de adquirirlos.
- Observabilidad: Medida en que los resultados positivos del uso de vehículos eléctricos son visibles para los demás.

- **Modelo de Ajzen:**

- Actitud hacia la conducta: Evaluaciones favorables o desfavorables hacia la compra y uso de vehículos eléctricos.
- Normas subjetivas: Percepción sobre la presión social para adoptar o no vehículos eléctricos.
- Control conductual percibido: Percepción sobre la facilidad o dificultad para adquirir y utilizar vehículos eléctricos, condicionada por infraestructura y costos.

Estos elementos serán operacionalizados en el instrumento de recolección de datos para obtener información específica y valiosa que permita evaluar claramente cada uno.

7.2.2 Selección o diseño de instrumentos para la recolección de información

Se diseñará una encuesta estructurada, basada en escalas Likert para medir percepciones, actitudes y conocimiento sobre los vehículos eléctricos. Este instrumento estará compuesto por:

- Preguntas sobre percepción y evaluación de costos iniciales y operativos.
- Preguntas sobre disponibilidad percibida y acceso a infraestructura de carga.
- Preguntas específicas sobre actitudes hacia la movilidad eléctrica (beneficios ambientales, económicos y sociales).
- Preguntas relacionadas con la influencia social y la percepción de presión social para adoptar vehículos eléctricos.

Este instrumento será validado y aprobado por parte del tutor del seminario, para garantizar su validez de contenido, pertinencia y claridad.

Consideraciones Éticas

La recolección de información se realizó respetando los principios éticos de la investigación. Todos los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio y su participación fue completamente voluntaria. Se garantizó la confidencialidad de los datos, la anonimidad de los encuestados y el uso exclusivo de los resultados para fines académicos. No se solicitaron datos personales sensibles, y los participantes pudieron retirarse del proceso en cualquier momento.

7.2.3 Técnicas para el análisis de datos acorde al enfoque y diseño de la investigación

Considerando que el enfoque del estudio es **cuantitativo descriptivo**, las técnicas para el análisis de datos incluirán:

- **Análisis descriptivo**
 - Tabulación cruzada para evaluar distribución de respuestas.
 - Frecuencias absolutas y relativas para describir la distribución de las variables.
 - Medidas de tendencia central (media, moda y mediana) para resumir percepciones generales.
- **Análisis inferencial básico**
 - Correlación de Pearson para evaluar relaciones entre variables clave como percepción de costos, disponibilidad de infraestructura y actitud hacia la movilidad eléctrica.
 - Pruebas chi-cuadrado para identificar asociaciones significativas entre variables categóricas (por ejemplo, nivel socioeconómico y adopción de vehículos eléctricos).

Link Encuesta:

<https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?subpage=design&FormId=WbVvwGgbhEuhT0fQ2DeIq4DNrPrO5btKq4myYU4vuMRUQjJKU0Y1NVIxNk5GNEU4QIFHSEdFOEoxVi4u&Token=22b73afb0c0a4d86bc08b1130abc176f>

Link para enviar la encuesta:

<https://forms.office.com/r/TVMEVncL1M>

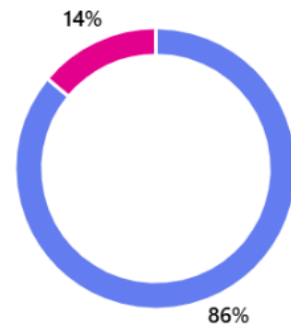
7.2.4 Resultados de la Encuesta aplicada

Realizada la encuesta a 50 personas, a continuación se presentan los resultados obtenidos:

Pregunta Nro.1

¿Vive en la ciudad de Bogotá?

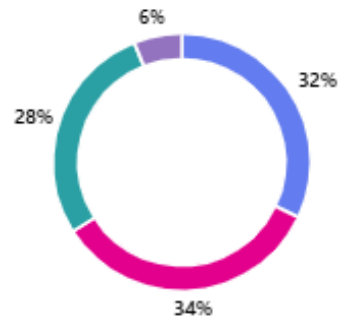
● Sí	43
● No	7



Pregunta Nro.2

¿Cuál es su rango de edad?

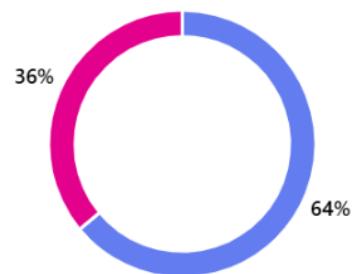
● 18-30 años	16
● 31-40 años	17
● 41-50 años	14
● 51 años o más	3



Pregunta Nro.3

Género

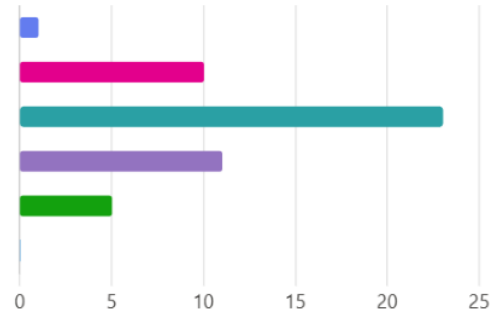
● Masculino	32
● Femenino	18
● Otro	0



Pregunta Nro.4

Nivel Socioeconómico (estrato):

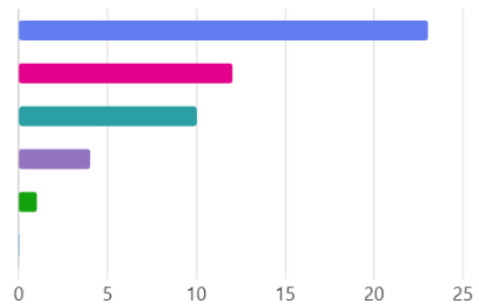
● 1	1
● 2	10
● 3	23
● 4	11
● 5	5
● 6	0



Pregunta Nro.5

¿Qué tipo de transporte utiliza habitualmente?

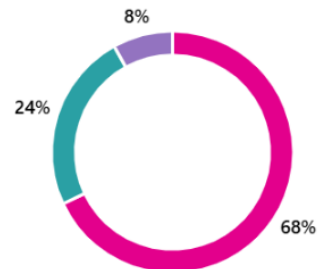
● Vehículo particular	23
● Transporte público	12
● Motocicleta	10
● Bicicleta	4
● Caminando	1
● Otras	0



Pregunta Nro.6

¿Posee vehículo propio actualmente?

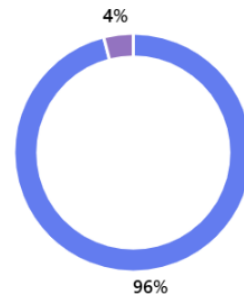
● Sí, eléctrico	0
● Sí, combustión (gasolina/diésel)	34
● No, pero pienso comprar	12
● No y no pienso comprar	4



Pregunta Nro.7

Ha manejado un vehículo eléctrico de uso familiar, ¿Qué tan cómodo o incomodo fue manejar este vehículo?

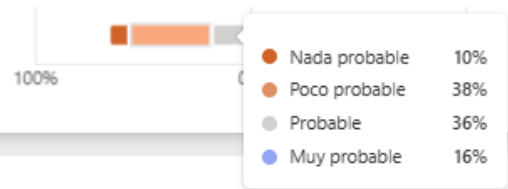
● No he manejado un vehículo eléctrico de uso familiar	48
● La sensación de manejo no fue grata	0
● La sensación de manejo es superior a la de manejar un vehículo convencional de combustión	0
● No hay diferencia entre un Vehículo eléctrico y uno a combustión	2



Pregunta Nro.8

¿Consideraría la probabilidad de comprar un vehículo eléctrico en los próximos 3 años?

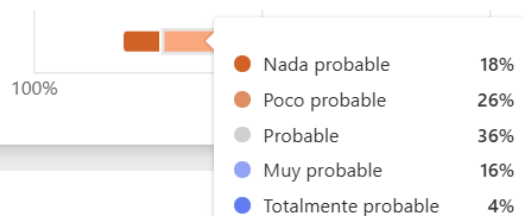
● Nada probable ● Poco probable ● Probable ● Muy probable ● Totalmente probable



Pregunta Nro.9

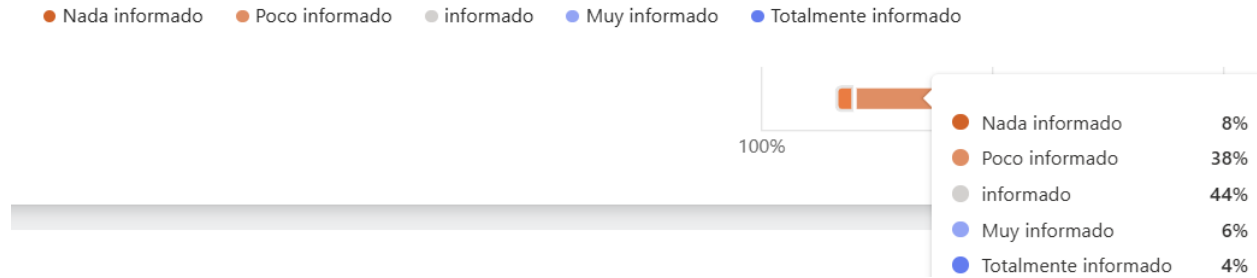
¿Estaría dispuesto a pagar más por un vehículo eléctrico que por uno de combustión interna?

● Nada probable ● Poco probable ● Probable ● Muy probable ● Totalmente probable



Pregunta Nro.10

¿Qué tan informado se siente sobre los beneficios ambientales de los vehículos eléctricos?

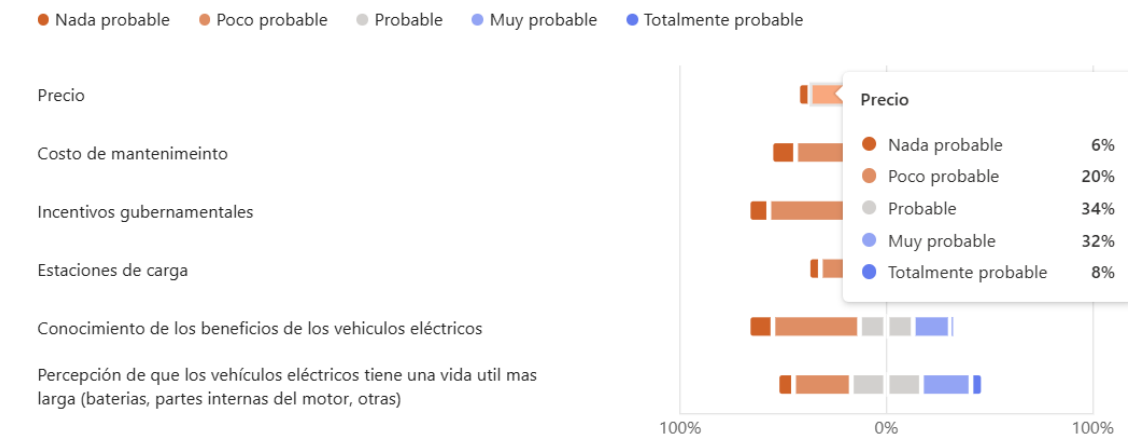


Pregunta Nro.11

¿Qué tan probable considera que los siguientes factores influyen en la adopción de vehículos eléctricos de uso personal o familiar en la ciudad de Bogotá?

Por favor, califique cada uno en la siguiente escala: Nada probable, Poco probable, Probable, Muy probable, Totalmente probable.

PRECIO



COSTO DE MANTENIMIENTO

● Nada probable ● Poco probable ● Probable ● Muy probable ● Totalmente probable

Precio

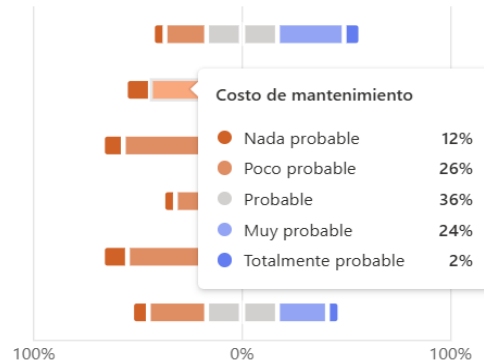
Costo de mantenimiento

Incentivos gubernamentales

Estaciones de carga

Conocimiento de los beneficios de los vehículos eléctricos

Percepción de que los vehículos eléctricos tiene una vida util mas larga (baterías, partes internas del motor, otras)



INCENTIVOS GUBERNAMENTALES

● Nada probable ● Poco probable ● Probable ● Muy probable ● Totalmente probable

Precio

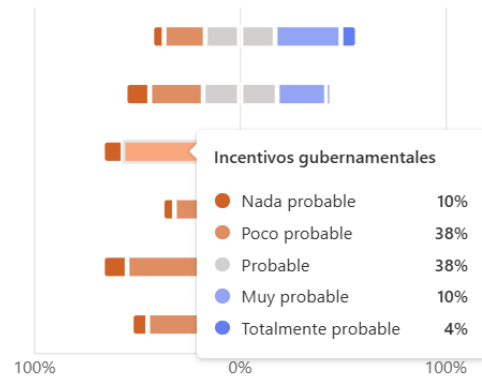
Costo de mantenimiento

Incentivos gubernamentales

Estaciones de carga

Conocimiento de los beneficios de los vehiculos eléctricos

Percepción de que los vehículos eléctricos tiene una vida util mas larga (baterías, partes internas del motor, otras)



ESTACIONES DE CARGA

● Nada probable ● Poco probable ● Probable ● Muy probable ● Totalmente probable

Precio

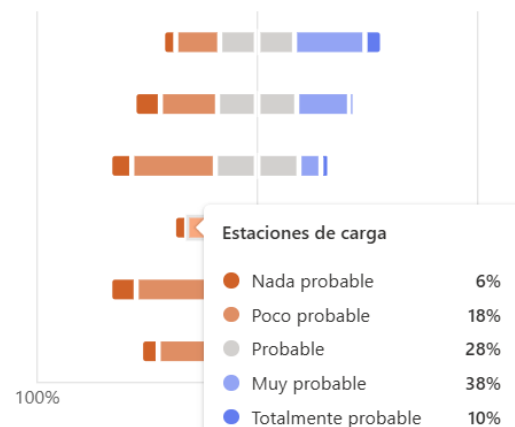
Costo de mantenimiento

Incentivos gubernamentales

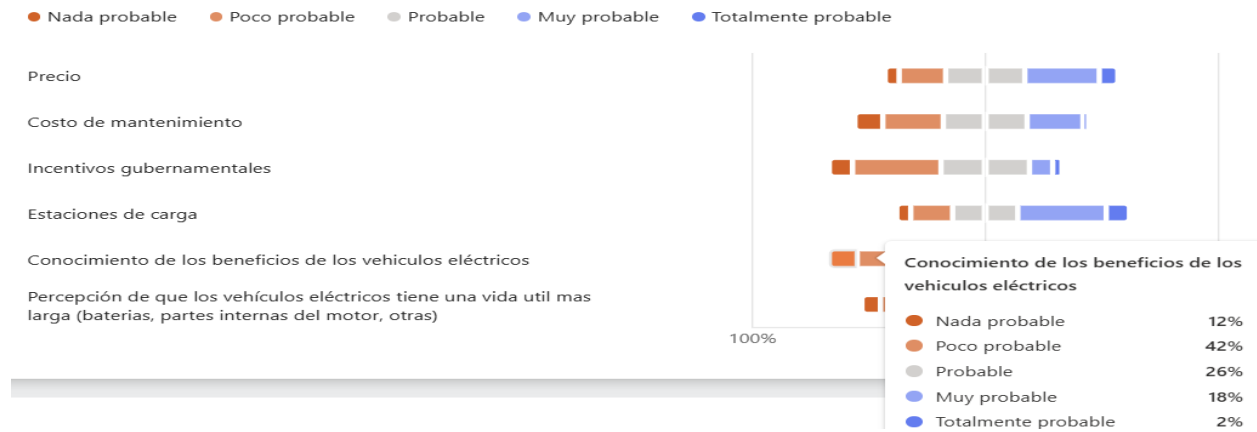
Estaciones de carga

Conocimiento de los beneficios de los vehiculos eléctricos

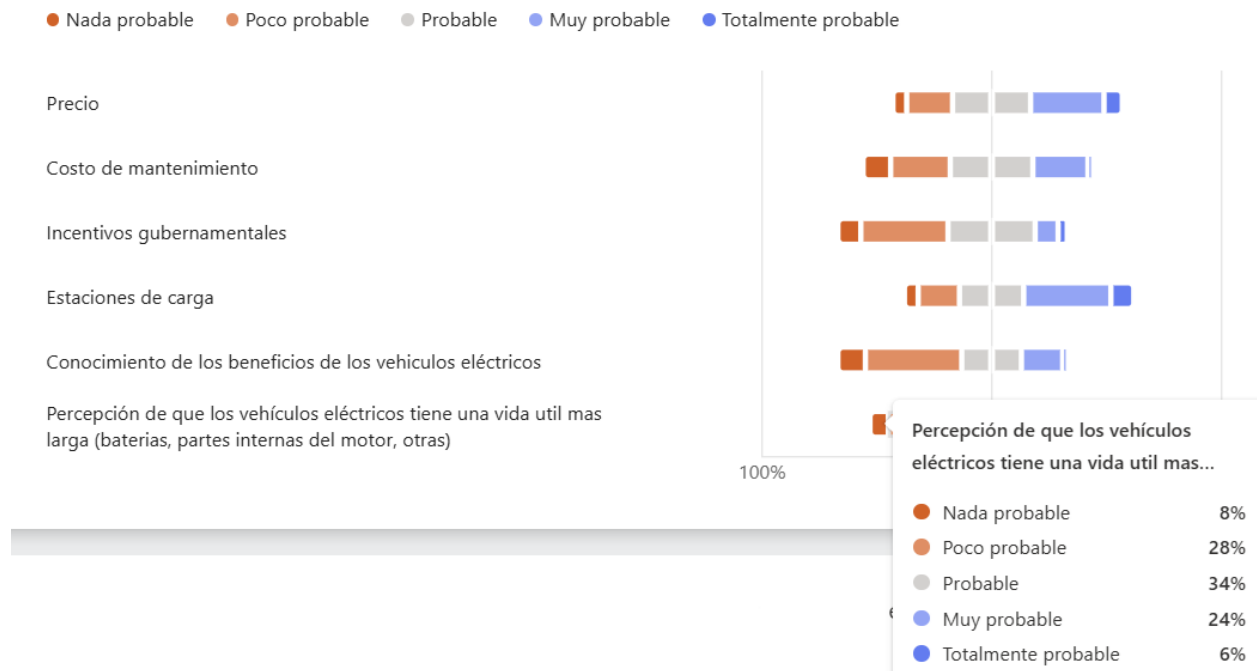
Percepción de que los vehículos eléctricos tiene una vida util mas larga (baterías, partes internas del motor, otras)



CONOCIMIENTO DE LOS BENEFICIOS DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



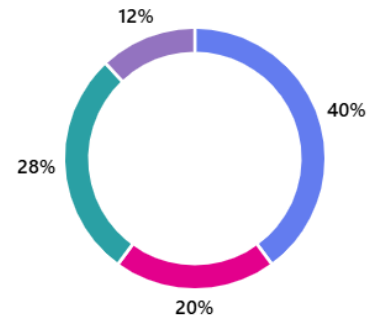
Percepción de que los vehículos eléctricos tiene una vida útil más larga (baterías, partes internas del motor, otras)



Pregunta Nro.12

¿Cuáles son sus principales preocupaciones sobre el mantenimiento de un vehículo eléctrico en comparación con un vehículo de combustión interna?

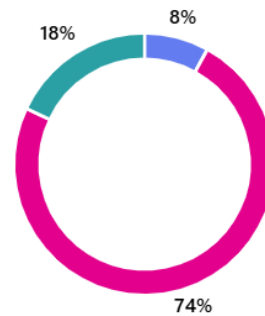
● Disponibilidad de talleres especializados	20
● Costo de las reparaciones	10
● Durabilidad de la batería	14
● No sé	6



Pregunta Nro.13

¿Cree que la infraestructura actual de estaciones de carga en Bogotá es suficiente para soportar un aumento significativo en el número de vehículos eléctricos?

● Sí	4
● No	37
● No sé	9



Pregunta Nro.14

¿Qué acciones considera importantes para fomentar el uso de vehículos eléctricos en Bogotá?

- Incentivos distritales y disminución en costos para su compra.
- Financiación asequible
- Campañas que permitan entregar beneficios a las personas que usen vehículos eléctricos
- Sensibilización sobre el impacto ambiental
- Precio

- Que los regalen
- Mayor aporte del gobierno para reducción de costos
- Educación sobre los beneficios de usar vehículos eléctricos
- Incentivos por su uso. Precios de compra
- Mas puntos de carga
- Información
- Incentivos económicos, que la ciudadanía esté informada de los beneficios que trae adquirir este tipo de vehículos y mejorar la infraestructura.
- No sé ni responde
- Un poco más de información al respecto de los vehículos
- Más fácil movilidad
- De carga continua y en casa para evitar las bombas de carga
- Mejores costos y respaldo
- Una buena información y precio
- Estrategias comerciales, precios más cómodos
- Pocas estaciones de cargas
- Revisión del costo frente a un vehículo de combustión
- Instalar más centrales de carga
- Mantenimiento
- Generar conciencia para los futuros compradores e incentivar los que hacen uso de este.
- Tema ambiental sería

- Deberían mucho más económicos, los precios son absurdamente caros.
- Mayor información
- Ambientales
- Costo
- Mantener incentivos como excepción del pico y placa
- Respaldo de las marcas para el mantenimiento y repuestos, además los puntos de carga rápida cada 5 o 10 km en zona urbana y cada 50 km en zona rural o interdepartamental o intermunicipal
- Estaciones de carga
- Información de los beneficios
- Precios y talleres especializados y estaciones de recarga
- Parqueaderos con mejor tarifa para carro eléctrico
- Mejorar la seguridad
- Ninguna
- Informar y mientras se posicionan dar incentivos por uso
- Tener mayor cantidad de electrolinerías tanto en Bogotá como en las ciudades en todo el país
- Incentivos en impuestos
- Más puntos de carga y mejores beneficios
- Más conocimiento
- Descuento en impuestos, más información sobre los beneficios de este tipo de vehículos.

- En la actualidad se tiene excepciones pico y placa y temas de impuestos
- Más información sobre mantenimiento y beneficios
- Precio del vehículo
- Mejoramiento de Vías

Top 5 respuestas más frecuentes:

1. 📄 **Incentivos económicos y reducción de impuestos**
2. ⚡ **Más estaciones de carga**
3. 🗣️ **Mayor información y campañas educativas**
4. 🏦 **Financiación accesible**
5. 🌱 **Conciencia ambiental**

Pregunta Nro.15

¿Cómo se percibe el avance de la movilidad eléctrica en Bogotá en los últimos años?

- Ha habido un incremento considerable en los vehículos de servicio público, pero en vehículos de uso familiar aun es mínimo, considero que por los altos costos para su compra.
- Se ven más en la calle
- Se ha dado un gran avance en tecnología, actualmente en las calles se ven muchos vehículos eléctricos, adicionalmente ha permitido saber cómo funcionan en otros países y acá la tecnología puede ser más estable
- En aumento

- Un poco avanzada
- No se percibe
- Creciendo a pasos pequeños
- Lenta
- Lenta poco planeada
- Lenta
- Conciencia y cambio
- Si bien se ven avances, todavía falta mucho camino por recorrer en temas de infraestructura, oferta y políticas de movilidad eléctrica.
- Poco posible
- Pues se ve mucho vehículo eléctrico pues debido que es un vehículo un ejemplo las motos no exigen pase y además de eso son vehículos que pueden andar por las Ciclo rutas evitándose trancones y demás
- Mejorado
- Lenta
- En evolución
- Lenta
- Aun los vehículos eléctricos son muy costosos por lo que ni creo que haya un cambio muy relevante en los próximos años
- Poco avance
- Muy lento, bajo incentivo, costo muy alto
- Muy lenta comparada con otros países

- Poco
- Puede llegar a avanzar mucho más y ser positivo ya que muchos trabajan en la sostenibilidad para reducir la huella de carbono
- Muy suave
- Bajo, mucha gente que conozco no se anima a comprar eléctrico por qué si demasiado costosos.
- Reducida
- Suficiente
- Buena
- Lento debido a la falta de vías y estaciones de carga
- Lenta.
- Se ve más el avance en transporte público que particular
- No he percibido gran avance
- Baja considerando la cantidad de habitantes y el parque automotriz
- Muy buena, pero todavía falta
- Lenta
- Atrasada
- Lento
- Se ven más vehículos eléctricos e híbridos, pero no tantos
- En aumento

- Va avanzando significativamente, sin embargo, los pocos puntos de carga son la problemática principal por la cual no es viable por lo menos durante los siguientes 10 años
- Alta
- Considero que ha aumentado la venta de este tipo de vehículos debido al beneficio de no tener pico y placa hace que muchas personas elijan comprar este tipo de vehículos, adicionalmente varias flotas de transporte público han implementado los vehículos eléctricos.
- En aumento ya se está utilizando en el transporte masivo
- Bastante alta para el cuidado del medio ambiente
- Buenas, cada vez se usan con mayor frecuencia
- ha aumentado, pero porcentualmente los vehículos a gasolina/disel siguen siendo mucho más frecuentes
- Bajo

Top 5 respuestas más frecuentes:

1. **Percepción de avance lento o bajo**

“Lenta”, “Muy lenta comparada con otros países”, “Poco avance”, “Reducida”, “Muy suave”, “Bajo”

2. **Mayor desarrollo en transporte público que en vehículos particulares**

“Se ven más buses eléctricos”, “Flotas han implementado eléctricos”, “Avance más en el transporte masivo”

3.  **Percepción de crecimiento progresivo, aunque insuficiente**

“En aumento”, “Va avanzando”, “Buen avance pero falta”, “Evolución positiva”

4.  **Altos costos y falta de infraestructura como principal obstáculo**

“Muy costosos”, “Falta de vías”, “Pocas estaciones de carga”, “Bajo incentivo”

5.  **Conciencia ambiental y aceptación de beneficios tecnológicos**

“Cambio hacia la sostenibilidad”, “Beneficio de no tener pico y placa”, “Interés por reducir huella de carbono”.+

8. Análisis de la Encuesta de Movilidad Eléctrica en Bogotá

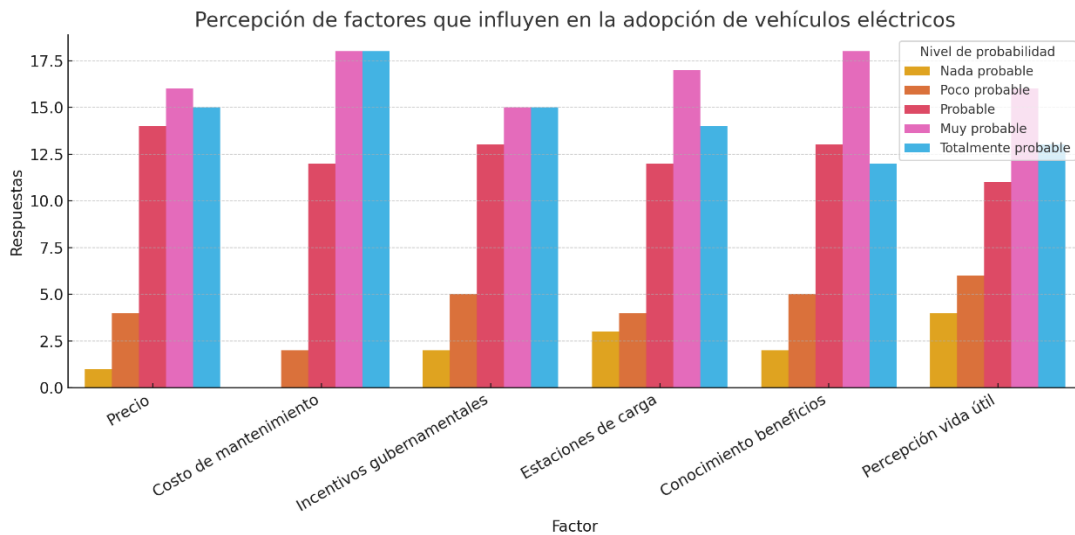
8.1 Presentación de Datos

La encuesta fue aplicada a 50 personas residentes en Bogotá y alrededores, mayores de edad, que representan potenciales compradores de vehículos eléctricos. El análisis de los factores que influyen en la baja transición hacia la movilidad eléctrica revela que los aspectos económicos, técnicos e informativos continúan siendo barreras significativas. Las siguientes dimensiones fueron calificadas por los encuestados en una escala de probabilidad respecto a su influencia en la decisión de compra:

- Precio de adquisición
- Costos de mantenimiento
- Existencia de incentivos gubernamentales
- Infraestructura de carga disponible
- Conocimiento de los beneficios de los vehículos eléctricos
- Percepción sobre la vida útil de los vehículos eléctricos

8.2 Gráficos y Tablas

Resumiendo la encuesta, se puede observar que la mayoría de los encuestados consideran como “probable” o “muy probable” que estos factores influyan en su decisión. En particular, los costos iniciales y de mantenimiento, así como la falta de estaciones de carga, son percibidos como grandes obstáculos.



Factor	Nada probable	Poco probable	Probable	Muy probable	Totalmente probable
Precio	1	4	14	16	15
Costo de mantenimiento	0	2	12	18	18
Incentivos gubernamentales	2	5	13	15	15
Estaciones de carga	3	4	12	17	14
Conocimiento beneficios	2	5	13	18	12
Percepción vida útil	4	6	11	16	13

Las categorías con mayor número de respuestas en “muy probable” fueron:

- Costo de mantenimiento (18 votos)
- Conocimiento de beneficios (18 votos)
- Estaciones de carga (17 votos)

Esto indica que los encuestados no solo están conscientes de las barreras técnicas y económicas, sino que además reconocen una insuficiencia informativa generalizada.

8.3 Análisis e Interpretación

Precio y mantenimiento: Un total de 31 personas calificaron el “precio” como “muy probable” o “totalmente probable” como barrera. Este resultado se alinea con los estudios del BID (2023) y la Universidad Externado (2023), que resaltan el costo inicial como principal limitante, a pesar de los menores costos operativos.

Infraestructura de carga: Con 31 respuestas en las dos categorías más altas, se evidencia una percepción generalizada de que las estaciones de carga en Bogotá son insuficientes. Esta preocupación está sustentada en reportes como el del Observatorio de Movilidad de Bogotá (2024), que confirma la escasa cobertura de electrolineras.

Incentivos gubernamentales: Aunque existen beneficios como la exención del “pico y placa” o reducción de impuestos, solo 30 personas los calificaron como influyentes, lo que sugiere que aún no son suficientemente conocidos o efectivos.

Desinformación: El conocimiento sobre los beneficios de los vehículos eléctricos obtuvo también 30 votos en los niveles más altos de probabilidad, lo cual revela una brecha educativa importante, tal como lo señaló el estudio de la Universidad Nacional (2023).

Percepción de vida útil: Aunque las características técnicas y operativas de los vehículos eléctricos son ventajosas, muchos encuestados mantienen dudas sobre su durabilidad. La falta de talleres especializados y experiencia previa impacta esta percepción.

8.4 Discusión a la Luz de los Marcos Teóricos

Para comprender los factores que limitan la adopción de vehículos eléctricos en Bogotá, se analizaron los resultados de la encuesta bajo dos enfoques teóricos ampliamente utilizados en estudios de adopción tecnológica: el **Modelo de Difusión de Innovaciones** de **Everett Rogers (2003)** y la **Teoría del Comportamiento Planificado** de **Icek Ajzen (1991)**.

Modelo de Difusión de Innovaciones (Rogers)

Este modelo sostiene que la adopción de nuevas tecnologías depende de cinco factores clave: **ventaja relativa, compatibilidad, complejidad, posibilidad de prueba** y **observabilidad**. En el caso de Bogotá:

- **Ventaja relativa**: Aunque los vehículos eléctricos ofrecen beneficios como menores costos de mantenimiento y contribución ambiental, muchos encuestados siguen percibiéndolos como menos atractivos debido a su alto costo inicial. Esto reduce su percepción de valor frente a los vehículos de combustión interna.

- **Compatibilidad:** Se observa una baja compatibilidad entre la movilidad eléctrica y el estilo de vida de los ciudadanos, especialmente por la falta de infraestructura de carga, que limita su uso en trayectos largos o en zonas periféricas.
- **Complejidad:** Aunque los vehículos eléctricos son técnicamente más simples en su funcionamiento, existe una percepción de complejidad, principalmente por el desconocimiento generalizado sobre su uso, mantenimiento y recarga.
- **Prueba:** La mayoría de los encuestados nunca ha conducido un vehículo eléctrico, lo que limita su posibilidad de evaluar directamente la experiencia. Esta falta de acceso a la tecnología inhibe la confianza del consumidor.
- **Observabilidad:** Si bien se ha incrementado el número de vehículos eléctricos en Bogotá, su presencia aún es poco visible en el entorno cotidiano, especialmente en sectores residenciales o estratos bajos. Esto reduce su impacto como ejemplo positivo para otros posibles adoptantes.

Teoría del Comportamiento Planificado (Ajzen)

Esta teoría explica que la intención de adoptar un nuevo comportamiento —como comprar un vehículo eléctrico— depende de tres elementos: **actitud hacia la conducta, normas subjetivas y control conductual percibido.**

- **Actitud:** Los resultados de la encuesta muestran que, si bien existe interés por los vehículos eléctricos, la actitud hacia su adquisición se ve afectada por factores como el precio, la falta de talleres especializados y la incertidumbre sobre su rendimiento a largo plazo.

- **Normas subjetivas:** En términos sociales, todavía no existe una presión significativa por parte del entorno (familiares, amigos, comunidad) que motive a las personas a hacer el cambio. La movilidad eléctrica no se percibe como una norma o tendencia social ampliamente aceptada.
- **Control conductual percibido:** Este es posiblemente el factor más limitado. Muchos encuestados consideran que no tienen los medios ni las condiciones para adquirir o mantener un vehículo eléctrico, lo cual incluye el precio elevado, la escasez de estaciones de carga y la falta de información confiable. Esto hace que, aunque la intención exista, no se traduzca en acción.

Ambos modelos permiten entender que la adopción de vehículos eléctricos en Bogotá no depende únicamente del desarrollo tecnológico o de los incentivos económicos, sino también de factores sociales, culturales y psicológicos. La baja percepción de ventaja, el desconocimiento, la falta de visibilidad del beneficio, y la limitada infraestructura afectan negativamente la decisión del consumidor. Por ello, es indispensable que las políticas públicas vayan más allá de los incentivos fiscales e incluyan estrategias de educación, visibilización de casos de éxito, pruebas gratuitas y mejoras en infraestructura para incrementar la confianza y reducir la resistencia al cambio.

Conclusiones

- La transición hacia la movilidad eléctrica en Bogotá avanza de forma lenta y desigual, especialmente en el transporte personal o familiar. Aunque existen políticas públicas e incentivos para su promoción, estos no han sido suficientes para superar las barreras estructurales, económicas y culturales identificadas.
- El precio de adquisición de los vehículos eléctricos sigue siendo la principal barrera percibida por los ciudadanos, a pesar de los beneficios operativos y fiscales. Esto demuestra que los incentivos actuales aún no generan una ventaja relativa clara frente a los vehículos de combustión interna, especialmente para los estratos medios y bajos.
- La infraestructura de recarga es limitada y está concentrada en sectores específicos de la ciudad, lo que afecta el sentido de compatibilidad y control percibido. La falta de cobertura en zonas periféricas impide que los ciudadanos visualicen el vehículo eléctrico como una opción viable para su estilo de vida.
- Existe un amplio desconocimiento sobre los beneficios de la movilidad eléctrica, tanto en términos ambientales como económicos. Esta desinformación refuerza percepciones erróneas sobre su complejidad, costos de mantenimiento y vida útil.
- La escasa experiencia previa con vehículos eléctricos y su baja visibilidad en el entorno urbano dificultan la adopción, tal como lo explica el modelo de difusión de innovaciones. Las personas aún no han tenido la oportunidad de probar, observar ni validar directamente las ventajas de esta tecnología.

- Desde la perspectiva de la teoría del comportamiento planificado, la actitud es favorable, pero el control percibido es bajo y las normas sociales aún no impulsan el cambio, lo que explica por qué la intención de compra no se materializa en acciones concretas.
- Es urgente implementar estrategias integrales que incluyan no solo incentivos económicos, sino también campañas educativas, expansión de infraestructura, programas de prueba y promoción pública de casos de éxito, para fomentar una transformación cultural y tecnológica hacia una movilidad más sostenible en Bogotá.

Recomendaciones

- Ampliar y descentralizar la infraestructura de recarga eléctrica, priorizando la instalación de estaciones en zonas residenciales, periferias urbanas y corredores viales estratégicos, para mejorar la cobertura y accesibilidad de los usuarios potenciales.
- Diseñar planes de financiación más flexibles y accesibles para la compra de vehículos eléctricos, especialmente dirigidos a clases medias y trabajadores independientes, a través de alianzas entre entidades financieras, fabricantes y entes gubernamentales.

- Fortalecer las campañas de sensibilización y educación ciudadana, enfocadas en explicar de manera clara y sencilla los beneficios económicos, técnicos y ambientales de la movilidad eléctrica. Estas campañas deben incluir datos comparativos, estudios de caso y mitos frecuentes sobre esta tecnología.
- Promover programas de “prueba antes de comprar” (test drives) en ferias de movilidad, concesionarios y espacios públicos, para que los ciudadanos puedan conocer de primera mano la experiencia de uso de un vehículo eléctrico y reducir la percepción de riesgo.
- Capacitar y certificar talleres de mantenimiento especializados en vehículos eléctricos, para garantizar soporte técnico confiable y reducir la percepción de vulnerabilidad posterior a la compra.
- Incentivar el liderazgo del sector público, mediante el uso de flotas institucionales eléctricas visibles (alcaldías, secretarías, universidades), que generen confianza y funcionen como modelo de adopción para la ciudadanía.
- Revisar y simplificar los trámites administrativos y regulatorios asociados a la importación, registro y certificación de vehículos eléctricos e infraestructura de carga, para disminuir barreras burocráticas que actualmente desincentivan su adquisición.
- Fomentar la investigación y el desarrollo (I+D) en torno a baterías, eficiencia energética, reciclaje de componentes y economía circular asociada a la

electromovilidad, para fortalecer capacidades locales y generar soluciones adaptadas al contexto colombiano.

Bibliografía

- Por ahora solo hay un carro eléctrico por cada 500 a gasolina.
<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/asi-se-mueve-colombia-los-carros-muestran-la-transicion-energetica-del-pais-844945#:~:text=A%20pesar%20de%20que%20las,que%20son%20la%20gran%20mayor%C3%ADa.>
- <https://universidadean.edu.co/investigacion/grupos-de-investigacion>
- Enel Américas. (2024). *Movilidad eléctrica en Bogotá: Un futuro sostenible*.
<https://www.enelamericas.com/es/historias/a202411-movilidad-electrica-en-bogota-un-futuro-sostenible.html>
- Secretaría Distrital de Movilidad. (2024). *Movilidad de cero y bajas emisiones*.
https://www.movilidadbogota.gov.co/web/cero_y_bajas_emisiones/home
- Ministerio de Minas y Energía. (2024). *A través de política pública Minenergía impulsa la movilidad eléctrica en el país*. <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/a-trav%C3%A9s-de-pol%C3%ADtica-publica-minenerg%C3%ADa-impulsa-la-movilidad-el%C3%A9ctrica-en-el-pa%C3%ADs>
- Enel Colombia. (2024). *Movilidad eléctrica*. <https://www.enel.com.co/es/empresas/enel-distribucion/movilidad-electrica.html>
- Observatorio de Movilidad de Bogotá. (2024). *Movilidad en cifras*.
<https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/>
- Enel X. (2024). *Buses eléctricos en Bogotá: datos y testimonios*.
<https://www.enelx.com/co/es/historias/testimonios-buses-electricos-bogota>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica - ENME*. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/estrategia-nacional-de-movilidad-electrica-enme>

- Congreso de la República de Colombia. (2019). *Ley 1964 de 2019*. Bogotá, Colombia.
- Enel X. (2022). *Expansión de infraestructura de carga en Bogotá*. Bogotá, Colombia.
- Secretaría Distrital de Movilidad. (2013). *Informe sobre taxis eléctricos en Bogotá*. Bogotá, Colombia.
- TransMilenio. (2019). *Adjudicación de flota de buses eléctricos para Bogotá*. Bogotá, Colombia.
- Enel X. (2022) ¿Cuándo se creó el primer carro eléctrico?
<https://www.enelx.com/co/es/historias/historia-del-carro-electrico>
- TransMilenio. (2023). *Balance de movilidad eléctrica en el transporte público de Bogotá*. Bogotá, Colombia.
- Scopus Gestión de la Recarga de Vehículos Eléctricos y su Impacto sobre la Red de Distribución <https://ieeexplore.ieee.org/document/9647095>
- Universidad Externado (2023) Movilidad eléctrica: retos y deficiencias enmarcadas desde la infraestructura y marco regulatorio en Colombia
<https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/4b26ef87-9482-4fe1-bd1f-513ef696a0ea/content>
- Ministerio de transporte (2021) En tres años, Colombia logra histórico avance en movilidad sostenible
<https://mintransporte.gov.co/publicaciones/10504/en-tres-anos-colombia-logra-historico-avance-en-movilidad-sostenible/>
- Agencia Internacional de Energía (AIE). (2023). *Electric Vehicle Outlook 2023*.
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2023). *Bogotá estrena red de cargadores públicos para carros eléctricos*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/bogota-estrena-red-de-cargadores-publicos-para-carros-electricos>

- Congreso de Colombia. (2019). *Ley 1964 de 2019: Incentivos a la movilidad eléctrica en Colombia*. <https://www.funcionpublica.gov.co>
- ENEL X. (2022). *Historia de la movilidad eléctrica en el mundo*. <https://www.enelx.com/es/es/movilidad-electrica>
- IEEE URUCON. (2021). *El impacto de la movilidad eléctrica en las emisiones de CO₂*. <https://ieee.org/publications>
- Secretaría de Movilidad de Bogotá. (2023). *Beneficios e incentivos para la compra de vehículos eléctricos en Bogotá*. <https://www.ventanillamovilidad.com.co>
- Universidad de los Andes. (2023). *Retos y oportunidades para la movilidad eléctrica en Bogotá*. <https://uniandes.edu.co>
- Universidad Externado de Colombia. (2023). *Factores que afectan la adopción de vehículos eléctricos en Colombia*. <https://uexternado.edu.co>
- Universidad Nacional de Colombia. (2023). *Percepción y conocimiento sobre los vehículos eléctricos en Bogotá*. <https://unal.edu.co>
- Alreck, P. L., & Settle, R. B. (1985). *The Survey Research Handbook*. Homewood, IL: Irwin.
- Forza, C. (2002). Survey research in operations management: a process-based perspective. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 152-194.
- Verma, R., & Goodale, J. C. (1995). Statistical power in operations management research. *Journal of Operations Management*, 13(2), 139-152.