



Universidad del
Rosario

Escuela de Administración

Análisis de los factores que influyen en la masificación de los vehículos eléctricos particulares en
Colombia

Modalidad: Solución a Problemática Empresarial

Autores:

María Alejandra Olano Venegas, Cristian David Giraldo Castro y Luis Eduardo Quintero
González

Bogotá D.C.

2025



**Universidad del
Rosario**

Escuela de Administración

Análisis de los factores que influyen en la masificación de los vehículos eléctricos particulares en
Colombia

Modalidad: Solución a Problemática Empresarial

Autores:

María Alejandra Olano Venegas, Cristian David Giraldo Castro y Luis Eduardo Quintero
González

Tutor:

Carlos Mauricio Casanova Angarita

Maestría en Liderazgo Estratégico para la Sostenibilidad

Escuela de Administración

04 de noviembre de 2025

Bogotá, Colombia

2025

Contenido

| | |
|---|----|
| Contenido | 3 |
| Preliminares | 4 |
| Agradecimientos | 5 |
| Declaración de Originalidad y Autonomía | 6 |
| Declaración de Exoneración de Responsabilidad | 7 |
| Lista de Figuras | 8 |
| Lista de Tablas | 9 |
| Abreviaturas | 10 |
| Glosario | 11 |
| Resumen Ejecutivo | 14 |
| Palabras clave | 15 |
| Abstract | 16 |
| Keywords | 17 |
| Introducción | 18 |
| Descripción de la Situación Organizacional en el que se Enmarca la Solución a la Problemática (Contexto) | 22 |
| Descripción del Método y/o Estrategia que Utilizará para Resolver la Problemática Organizacional | 26 |
| Descripción de la Problemática Empresarial | 31 |
| Descripción de las Alternativas, Estrategias y/o Acciones a Desarrollar para dar Solución a la Problemática Empresarial | 49 |
| Recomendaciones para la implementación de la solución | 54 |
| Conclusiones | 58 |
| Referencias | 60 |

Preliminares

Agradecimientos

Gracias, Mami, por tu apoyo incondicional para cumplir mis sueños en cada etapa de mi vida este logro es para ti. A Juan Felipe Bedoya, mi profunda gratitud por ser inspiración y cómplice en el propósito de vida. Siempre, sin miedo al éxito.

María Alejandra Olano Venegas

Gracias a mi familia por su apoyo en este proceso que hace parte de mi crecimiento personal y profesional.

Cristian David Giraldo Castro

Agradezco a Dios por darme la bendición de alcanzar esta meta. A mi amada esposa, por su apoyo, cariño y compañía en este hermoso camino de la vida. Y a nuestro tutor y profesores, por darnos las herramientas y la inspiración para ser líderes con propósito.

Luis Eduardo Quintero González

Declaración de Originalidad y Autonomía


Declaramos bajo gravedad de juramento, que hemos escrito la presente tesis de maestría por nuestra propia cuenta, y que, por lo tanto, su contenido es original. Declaramos que hemos indicado clara y precisamente todas las fuentes directas e indirectas de información, y que esta tesis no ha sido entregada a ninguna otra institución con fines de calificación o publicación.



María Alejandra Olano Venegas



Cristian David Giraldo Castro



Luis Eduardo Quintero González

Firmado en Bogotá, D.C. el 4 de noviembre de 2025

Declaración de Exoneración de Responsabilidad

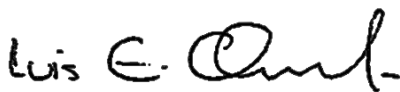
Declaramos que la responsabilidad intelectual del presente trabajo es exclusivamente de sus autores. La Universidad del Rosario no se hace responsable de contenidos, opiniones o ideologías expresadas total o parcialmente en él.



María Alejandra Olano Venegas



Cristian David Giraldo Castro



Luis Eduardo Quintero González

Firmado en Bogotá, D.C. el 4 de noviembre de 2025

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Venta VE en el resto del mundo (2019, 2023, 2024)..... | 23 |
| Figura 2 Análisis PESTEL..... | 31 |
| Figura 3 Costo promedio baterías de iones de litio (2013 – 2024)..... | 35 |
| Figura 4 VE matriculados en Colombia (2014 – 2024)..... | 36 |
| Figura 5 Matriz DOFA..... | 46 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Priorización fuentes de información | 26 |
| Tabla 2 Cronograma proyecto académico | 30 |
| Tabla 3 Alternativas de solución a problemática empresarial 1 | 50 |
| Tabla 4 Alternativas de solución a problemática empresarial 2 | 51 |
| Tabla 5 Alternativas de solución a problemática empresarial 3 | 52 |
| Tabla 6 Alternativas de solución a problemática empresarial 4 | 53 |
| Tabla 7 Recomendaciones para la implementación de la solución 1 | 54 |
| Tabla 8 Recomendaciones para la implementación de la solución 2..... | 55 |
| Tabla 9 Recomendaciones para la implementación de la solución 3..... | 56 |
| Tabla 10 Recomendaciones para la implementación de la solución 4..... | 57 |

Abreviaturas

AIE – Agencia Internacional de Energía

ALC – América Latina y el Caribe

COP – Conferencia de las Partes

DOFA – Análisis de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas

ENME – Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica

GEI – Gases Efecto Invernadero (GEI)

NDC – Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (en inglés *Nationally Determined Contributions*)

PESTEL – Análisis Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico/Ambiental y Legal

PNUMA – Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

VE – Vehículos Eléctricos (VE)

VH – Vehículos Híbridos

Glosario

Ambición climática

Se refiere al grado de compromiso y contribución de un país o entidad para fijar acciones y planes de transición en la reducción de emisiones para mitigar el cambio climático (Naciones Unidas, 2023)

Combustibles fósiles

Combustibles geológicos orgánicos enterrados en la tierra, formados a partir de plantas y animales en descomposición que se han transformado en petróleo crudo, carbón, gas natural o aceites pesados. Al quemarse, liberan dióxido de carbono y contribuyen al calentamiento global (UNFCCC, 2025a)

Contaminación atmosférica

Es la contaminación del ambiente interior o exterior por cualquier agente químico, físico o biológico que modifica las características naturales de la atmósfera.

(World Health Organization, 2025)

Descarbonización

La descarbonización se define como encontrar formas alternativas de vida y trabajo que reduzcan las emisiones y capturen y almacenen el carbono en el suelo y la vegetación (UNFCCC, 2022).

Electrolineras

Infraestructura diseñada para proporcionar electricidad a vehículos eléctricos e híbridos enchufables mediante la recarga de sus baterías. Funciona de manera similar a una gasolinera tradicional, pero en lugar de suministrar combustibles fósiles, proporciona electricidad (Enel Colombia SA, 2025).

Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Cualquier gas que absorbe la radiación infrarroja en la atmósfera. Los gases de efecto invernadero incluyen, entre otros, vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), ozono (O₃), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₂) (UNFCCC, 2025b).

Huella de Carbono / Emisiones de Carbono

Indicador que busca cuantificar la cantidad de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (directas e indirectas), medidas en emisiones de CO₂ equivalente, que son liberadas a la atmósfera debido a las actividades humanas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025).

Matriz energética

Hace referencia a la composición mediante la cual se muestra cuáles son las distintas fuentes energéticas que se consumen en un periodo y región determinada, así como su proporción sobre el total de la energía (Ministerio de Energía Gobierno de Chile, 2025).

Movilidad Eléctrica

Se refiere al uso de sistemas de impulso o tracción que utilizan energía eléctrica, aplicados específicamente a medios de transporte (Banco Centroamericano de Integración Económica, 2025).

Transición Energética

Se refiere al proceso de cambio para producir, distribuir y consumir energía, con el objetivo de dejar atrás los combustibles fósiles y adoptar un sistema que se base en fuentes de energía renovables, como la solar, la eólica, la hidroeléctrica y la geotérmica (UNDP Climate Promise, 2025).

Vehículos Eléctricos

Se define como un vehículo que puede ser propulsado por un motor eléctrico que obtiene electricidad de una batería y puede cargarse desde una fuente externa (US Department of Energy, 2021).

Vehículos Híbridos

Son vehículos que funcionan tanto con gasolina como con electricidad. En muchos vehículos híbridos el motor eléctrico utiliza la energía de la batería para ayudar al motor o para mover el vehículo de forma independiente en distancias cortas (National Highway Traffic Safety Administration, 2025).

Resumen Ejecutivo

Análisis de los factores que influyen en la masificación de los vehículos eléctricos particulares en Colombia

El Acuerdo de París, trajo consigo el posicionamiento de los Vehículos Eléctricos (VE), como la principal alternativa de movilidad para mitigar el calentamiento global. Colombia, en respuesta, estableció en su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC), la meta de tener 600.000 VE en circulación al 2030, que, a su vez el país incorporó en su Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME) y en su Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Por ello, surge la pertinencia de realizar esta investigación para analizar los factores que limitan a Colombia a alcanzar la meta de 600.000 VE al 2030 y proponer recomendaciones estratégicas basadas en un análisis PESTEL y una matriz DOFA, con énfasis en la masificación de VE particulares. Los hallazgos evidencian principalmente que Colombia ha asumido compromisos internacionales vinculantes cuyo cumplimiento es prioritario y que existe un vacío normativo, pues la meta nacional no diferencia cómo cada tipo de vehículo debe aportar a ella, dificultando definir hojas de ruta por segmento. También, el país debe acelerar la expansión de la infraestructura de carga mediante esquemas de inversión público-privada, reforzar y focalizar los beneficios para reducir el costo al consumidor de los VE, asegurando el desmonte de los beneficios a los carros híbridos y asegurar la correcta disposición de baterías al establecer un marco regulatorio integral acompañado del fortalecimiento del sector industrial especializado. Así, este estudio propone una ruta de alternativas para que Colombia pueda tener un mejor panorama en su objetivo de alcanzar la meta acordada al 2030, que propicia mayor coherencia para la actualización de la meta bajo la NDC, las capacidades efectivas del país y la evolución económica e industrial. En conclusión,

Colombia enfrenta limitaciones para cumplir la meta de VE prevista para el 2030. Esto hace indispensable redirigir los esfuerzos y que el Gobierno Nacional impulse un trabajo colaborativo con los gobiernos regionales, el sector privado, la academia, la sociedad civil y la cooperación internacional.

Palabras clave

Movilidad eléctrica, electrificación, vehículos eléctricos, Colombia, transición energética

Abstract

Analysis of the factors influencing the widespread adoption of private electric vehicles in
Colombia

The Paris Agreement positioned electric vehicles (EVs) as the main mobility alternative for mitigating global warming. In response, Colombia established in its Nationally Determined Contribution (NDC) the goal of having 600,000 EVs in circulation by 2030. The country also incorporated this goal into its National Electric Mobility Strategy (ENME) and its National Development Plan 2018-2022. Therefore, it is relevant to conduct this research to analyze the factors that limit Colombia from reaching the goal of 600,000 EVs by 2030 and to propose strategic recommendations based on a PESTEL analysis and a SWOT matrix, with an emphasis on the mass adoption of private EVs. The findings mainly show that Colombia has made binding international commitments that must be fulfilled as a priority and that there is a regulatory gap, as the national goal does not differentiate how each type of vehicle should contribute to it, making it difficult to define roadmaps by segment. The country must also accelerate the expansion of charging infrastructure through public-private investment schemes, reinforce and target benefits to reduce the cost of EVs to consumers, ensure the dismantling of benefits for hybrid cars, and ensure the proper disposal of batteries by establishing a comprehensive regulatory framework accompanied by the strengthening of the specialized industrial sector. Thus, this study proposes a set of alternatives to improve Colombia's prospects for achieving its 2030 target, promoting greater consistency between the updated NDC target, the country's actual capabilities, and economic and industrial developments. In conclusion, Colombia faces limitations in meeting the EV target set for 2030. This makes it essential to redirect efforts and for the national government to promote

collaborative work with regional governments, the private sector, academia, civil society, and international cooperation.

Keywords

Electric mobility, electrification, electric vehicles, Colombia, energy transition.

Introducción

La transición hacia la movilidad eléctrica se ha planteado como una de las estrategias globales en respuesta a la crisis del cambio climático y el aumento gradual de temperatura. Con la entrada en vigor el 4 de noviembre de 2016, del Acuerdo de París (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2015), firmado por 195 países, tiene como objetivo limitar el aumento de temperatura global a muy por debajo de los 2°C, con esfuerzos por alcanzar los 1.5°C respecto a los niveles preindustriales (Naciones Unidas, 2015). Los Vehículos Eléctricos (VE) se posicionaron como la mejor alternativa en materia de transporte sostenible para avanzar en el cumplimiento de esa meta de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Ahora bien, en América Latina y el Caribe (ALC), el transporte (incluido los vehículos particulares) representa la mayor fuente de emisiones de GEI con cerca del 39% del total. Esta situación se agrava con el hecho de que el 80% de la población vive en grandes ciudades, lo que convierte al sector en un factor clave tanto en la contaminación ambiental como en los problemas de salud pública (Merlo, 2025).

Dado a que esto es un desafío global, el desarrollo de los VE y su entrada en el mercado de las principales economías del mundo, generó una aceleración importante en sus ventas. De acuerdo con el más reciente informe de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2024), las ventas de VE han crecido rápidamente, pasando del 2% en 2018 al 18% en 2023, con casi 14 millones de nuevos autos registrados ese año. El total mundial de VE alcanzó los 40 millones, con un fuerte crecimiento en China, Europa y EE. UU., mostrando una sólida maduración del mercado.

Colombia, en su compromiso con el Acuerdo de París, ha implementado la Ley 1964 de 2019 (Congreso de Colombia, 2019) y la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME)

(Gobierno de Colombia, 2020b), para fomentar el uso de vehículos eléctricos y tecnologías limpias, ofreciendo incentivos fiscales y desarrollando infraestructura de carga. Además, el país se ha fijado una meta de reducir sus emisiones de GEI en un 51 % para 2030, con una significativa participación del sector transporte (Gobierno de Colombia, 2020a). También, como parte de la actualización de la NDC y la ENME, Colombia se ha comprometido a tener 600,000 VE en circulación para 2030, asegurando priorizar la movilidad sostenible (Gobierno de Colombia, 2020b).

La puesta en marcha de estas iniciativas en el país ocasionó una tendencia similar a la del mercado mundial, con un incremento rápido en las ventas de estos vehículos, a pesar de su alto costo y la desaceleración del mercado nacional de los vehículos a combustión generado por la Pandemia del COVID-19. De acuerdo con el informe publicado por la ANDI y Fenalco, a pesar de que las ventas de vehículos nuevos en Colombia caían en un 28% en 2020, con relación al 2019, el segmento de vehículos con tecnologías limpias (VE e Híbridos), creció en un 91,5% en el mismo periodo, lo que representó un mejor desempeño en ventas frente a los de combustión interna (ANDI, 2021).

A pesar de los avances significativos en la promoción de la movilidad eléctrica en Colombia, el país enfrenta desafíos importantes para lograr una transición efectiva. La falta de infraestructura de carga adecuada es uno de los principales obstáculos, limitando la expansión de los vehículos eléctricos en zonas más allá de las principales ciudades. Además, la ausencia de políticas y estructuras para la disposición y reciclaje de las baterías de VE plantea riesgos ambientales y de sostenibilidad a largo plazo. A esto se suman los altos costos de los vehículos eléctricos, que siguen siendo inaccesibles para una gran parte de la población.

Superar estos retos es fundamental para que Colombia alcance sus metas de reducción de emisiones y adopte plenamente la movilidad sostenible, alineada con los compromisos del Acuerdo de París y su Plan Nacional de Desarrollo.

¿Qué factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales, limitan a Colombia para alcanzar la meta de 600.000 VE al 2030? El objetivo principal de este proyecto académico es analizar la capacidad actual de Colombia para alcanzar la meta de vehículos eléctricos, enfocados en el segmento de vehículos particulares, identificando los principales factores limitantes y proponiendo recomendaciones estratégicas basadas en un análisis PESTEL y matriz DOFA.

En cuanto a los objetivos específicos son:

- Evaluar cómo aspectos intrínsecos de Colombia, tales como su infraestructura de carga y sus políticas públicas, afectan la viabilidad de la masificación de los VE en el país.
- Analizar la dinámica de consumo y las motivaciones de compra de los usuarios reales y potenciales de VE.
- Formular recomendaciones estratégicas para fortalecer la adopción sostenible de VE en Colombia.

La importancia de realizar este proyecto académico es desarrollar un documento de referencia para orientar la política pública de Colombia, con miras a lograr una transición energética del parque automotor con soluciones reales y viables para el contexto nacional. Esto cobra aun mayor relevancia al considerar no solo la normativa internacional y de Gobierno, sino la empresa privada y los compradores de vehículos dentro de este estudio.

Para este proyecto académico se utilizarán métodos cuantitativos de investigación de literatura como la investigación en línea y la investigación bibliográfica con el fin de recopilar información disponible en documentos y estudios existentes. Además, se utilizará el enfoque PESTEL (acrónimo en inglés de: *Political, Economic, Social, Technological, Environmental, and Legal*) para examinar los factores externos y se complementará con la herramienta de análisis DOFA (Debilidades, Oportunidad, Fortalezas y Amenazas) para incluir variables internas que permitan tener una visión completa de la problemática. El alcance de este trabajo comprende únicamente vehículos particulares 100% eléctricos en Colombia.

La estructura de este documento inicia con el contexto de la situación actual de los VE en Colombia, partiendo de la explicación de la normativa y acuerdos internacionales de las que el país hace parte. Posteriormente, se aplican metodologías probadas y reconocidas que fueron utilizadas para el análisis de estudio de la problemática, junto con el análisis detallado de cada una de las dimensiones del PESTEL. El documento finaliza con la descripción de las alternativas, estrategias y recomendaciones para la solución de los objetivos planteados, dando por último las conclusiones del proyecto de estudio.

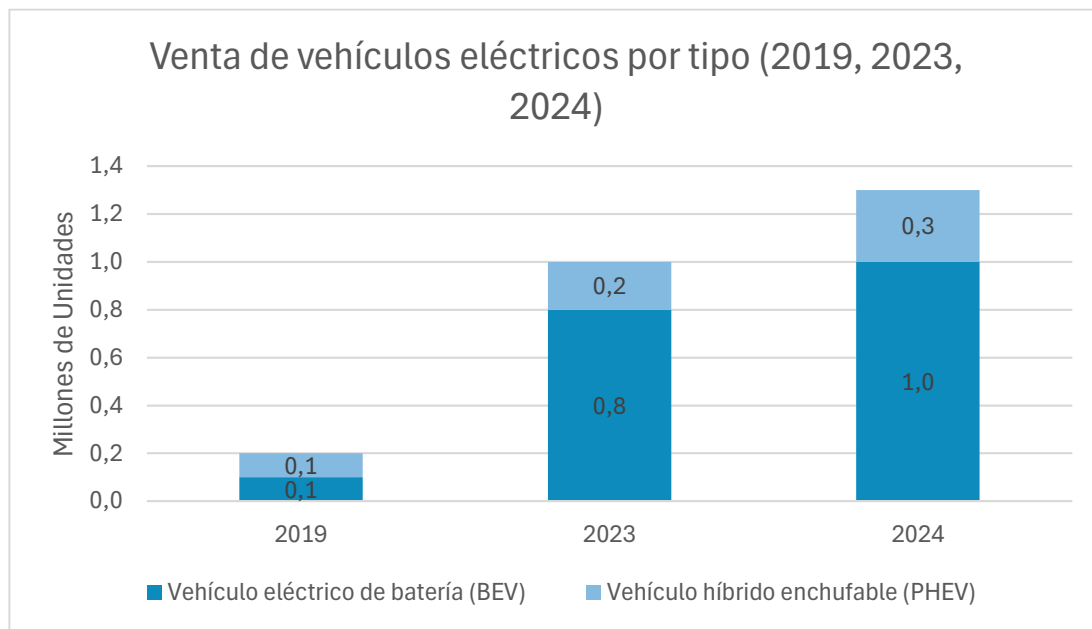
Descripción de la Situación Organizacional en el que se Enmarca la Solución a la Problemática (Contexto)

En un mundo que enfrenta la crisis del cambio climático, la apuesta por la movilidad eléctrica se ha convertido en una prioridad para reducir las GEI, razón por la cual las ventas de VE han representado más del 20% de las ventas totales de automóviles en el 2024 (IEA, 2025a). Ahora bien, a pesar de este auge, la historia de los VE se remonta al Siglo XIX, Según Orús (2024):

Europa y Estados Unidos fueron los mercados donde empezó a desarrollarse este nicho de mercado. Sin embargo, el alto coste, su baja velocidad máxima y el corto alcance de la batería en ese momento llevó a la industria automovilística a desistir, no siendo hasta el siglo XXI cuando el avance tecnológico permitió retomar esta área de negocio. Desde entonces, el crecimiento ha sido constante (párr.1).

En cuanto a los mercados emergentes (donde se ubica Colombia), según la *International Energy Agency*, experimentaron un significativo aumento anual del 80% en las ventas de vehículos eléctricos (IEA, 2025a).

Figura 1 Venta VE en el resto del mundo (2019, 2023, 2024)



Nota: La figura, en su fuente oficial, solo presenta información para los años ilustrados. El apartado “Resto del Mundo” excluye Europa, Estados Unidos y China. **Fuente:** Elaboración propia adaptado de (IEA, 2025).

Como se puede evidenciar en la Figura 1, el mercado de los VE ha tenido un acelerado incremento desde 2019 a 2024, superando las ventas de los Vehículos Híbridos Enchufables, no solo en los mercados principales, sino también en los mercados emergentes, en respuesta a los compromisos y legislaciones ambientales que han entrado en vigor a partir del Acuerdo de París. En América Latina, según un estudio sobre la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), los países más comprometidos con el transporte eléctrico actualmente son Chile, Colombia, México y Uruguay, esto quiere decir que son los países en la región con mayor ambición en sus metas de reducción de emisiones (Merlo, 2025).

En cuanto al mercado de VE en ALC, la Organización Latinoamericana de Energía (2024), informó recientemente que las ventas de vehículos eléctricos en la región registraron un incremento del 60% durante el año 2024, del mismo modo esta organización subraya que los países con mayor cantidad de vehículos livianos electrificados en circulación son Brasil, México, Costa Rica, Colombia y Chile. Brasil lidera este grupo con un total de 152,493 unidades (Organización Latinoamericana de Energía, 2024).

En materia de infraestructura de carga, de acuerdo el informe de 2024 de la Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency, 2024), Chile se posiciona como el tercer país del mundo con menor número de VE livianos por cargador público (5 VE por cargador público), en contraste están México con 20 VE por cargador público y Brasil con 24 VE por cargador público, evidenciando que la región se encuentra aún en fase de desarrollo.

Aterrizándolo al panorama nacional, Colombia como país firmante del Acuerdo de París, ha implementado varias políticas y estrategias para fomentar el uso de VE y tecnologías limpias. Entre las más destacadas se encuentra que el país, bajo su NDC y la ENME, se ha comprometido a reducir sus emisiones GEI en un 51% para 2030 respecto a 2014, estableciendo la movilidad eléctrica como un pilar clave en esta transición. Para ello, como se mencionó previamente, el país en su NDC busca alcanzar 600,000 vehículos eléctricos en circulación para 2030, incluyendo tanto transporte particular como público.

A pesar de estos avances, Colombia enfrenta desafíos importantes para lograr una transición efectiva hacia la movilidad eléctrica, en especial en el segmento de vehículos particulares. La falta de infraestructura de carga adecuada es uno de los principales obstáculos, limitando la expansión de los VE más allá de las principales ciudades. Además, la ausencia de políticas y estructuras para la disposición y reciclaje de las baterías de VE plantea riesgos

ambientales y de sostenibilidad a largo plazo. Los altos costos de los VE también siguen siendo una barrera significativa para una gran parte de la población.

La agenda política colombiana muestra una voluntad creciente hacia la promoción de la movilidad eléctrica, pero existen desafíos significativos que vislumbra un panorama poco alentador, partiendo por la infraestructura de carga. De acuerdo con Enel X, actualmente, se cuenta con 204 puntos de carga entre públicas y privadas, la mayoría de ellos ubicados en Bogotá y algunas de las principales ciudades, como lo son: Medellín, Cali, Bucaramanga, Armenia e Ibagué (Enel Colombia SA, 2024; Enel X, s.f.). Esta cifra aún es poca para garantizar el abastecimiento energético para los 11.214 VE particulares matriculados en el país hasta el 31 de diciembre 2024 (FENALCO y ANDI, 2024).

La topografía del país y la desigualdad socioeconómica acentúan aún más el reto de considerar los VE como una solución holística. Además, la implementación de políticas más integrales y la mejora de la infraestructura de carga son esenciales para fomentar la transición hacia la movilidad eléctrica.

Superar estos retos es fundamental para que Colombia alcance sus metas de reducción de emisiones y adopte plenamente la movilidad sostenible, alineada con los compromisos del Acuerdo de París, su NDC y el PND. Pero a pesar de los compromisos asumidos por Colombia, los desafíos estructurales actuales expuestos anteriormente como son la infraestructura de carga limitada, la falta de normativa en la disposición de las baterías y el alto costo de los VE, limitan la viabilidad de alcanzar la meta de los 600.000 VE al 2030 establecida por el país, lo que justifica la necesidad de un análisis holístico para brindar recomendaciones y alternativas para orientar políticas públicas y estrategias de transición a esta problemática.

Descripción del Método y/o Estrategia que Utilizará para Resolver la Problemática Organizacional

En el análisis de la capacidad a largo plazo de los VE en Colombia, resulta esencial contar con una visión holística (Vilches, 2024) que permita considerar de manera integral, factores internos y externos, que inciden en la problemática de estudio y, a partir de ello, formular las recomendaciones que resulten del análisis.

En este sentido, este proyecto corresponde a un estudio de tipo exploratorio con enfoque cuantitativo, basado en el análisis de datos documental, revisión de literatura, tales como la consulta en línea y el análisis bibliográfico; fuentes secundarias a partir de herramientas de análisis como PESTEL y DOFA, así como la consulta con expertos. En cuanto a la selección de la información, se priorizaron fuentes de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1 Priorización fuentes de información

| Criterio | Descripción | Tipo de fuente consultada |
|-------------------|---|---|
| Actualidad | Se priorizaron documentos, informes y artículos publicados en los últimos 10 años. | Artículos académicos recientes, informes gubernamentales, publicaciones de medios reconocidos |
| Relevancia | Se seleccionaron fuentes directamente relacionadas con los temas de análisis estratégico (PESTEL y DOFA). | Estudios especializados, análisis sectoriales, artículos de expertos, organismos temáticos |
| Confiablez | Se validó que la información proviniera de fuentes verificables y reconocidas por su rigor. | Publicaciones de organismos internacionales, universidades, |

| | | |
|----------------------------|---|---|
| | | entidades del gobierno, agremiaciones. |
| Oficialidad | Se utilizaron fuentes institucionales para asegurar un respaldo normativo o técnico. | Entidades del gobierno nacional, legislación vigente. |
| Experticia | Se consideraron investigaciones, la experticia de especialistas o analistas reconocidos en el tema. | Columnas de opinión, artículos, tesis de posgrados, consulta y libros de expertos |
| Medios informativos | Se utilizaron artículos de prensa como complemento contextual. | Periódicos nacionales y medios internacionales |

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se empleará el análisis PESTEL (acrónimo en inglés de: *Political, Economic, Social, Technological, Environmental, and Legal*). Según ESIC (ESIC University, 2023), "el análisis PESTEL es una herramienta estratégica que ayuda a las organizaciones a entender el contexto en el que operan" (párr.2). En ese sentido y de acuerdo con EAE Business School Barcelona (2024), el PESTEL es un instrumento analítico que permite examinar los factores externos determinantes en las distintas dimensiones de la sostenibilidad y aporta diversas ventajas estratégicas permitiendo anticiparse a eventos externos, mejorar la toma de decisiones, detectar oportunidades emergentes y ajustar la planificación de la organización en el mediano y largo plazo. En este caso, se aplicará al contexto colombiano con especial énfasis en la adopción y desarrollo de los VE particulares en el largo plazo.

Por lo anterior, se analizará cada una de las dimensiones del modelo PESTEL teniendo en cuenta fuentes oficiales, académicas, periodísticas, consulta con expertos y datos actualizados.

- **Dimensión Política:** Compromisos internacionales, políticas públicas, regulación del sector y barreras de entrada para la movilidad eléctrica.
- **Dimensión Económica:** Cambio en los valores de impuestos y tributos, costo de las baterías y demanda de VE.
- **Dimensión Social:** Percepción del consumidor, tendencias del estilo de vida de su público objetivo, y motivación de compra de VE.
- **Dimensión Tecnológica:** Desarrollo de infraestructura de carga, innovaciones en baterías y tipos de cargadores.
- **Dimensión Ambiental:** Cambio climático, calidad del aire y contaminación acústica.
- **Dimensión Legal:** Normativas nacionales que regulan al sector y que cobijan la implementación de VE en Colombia.

Como estrategia que permita complementar el análisis de los factores externos bajo el modelo PESTEL, se empleará la herramienta de análisis DOFA, que al incluir variables internas y externas permite tener una visión equilibrada de la problemática de estudio. Según Splunk (s. f.), el análisis interno y externo de DOFA proporciona una visión general de la situación de una organización, mientras que para Mitton (2024), el enfoque de PESTEL en el macroentorno ofrece una visión más amplia de los posibles impactos externos.

El análisis DOFA se centra en evaluar las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas de una organización, integrando perspectivas internas y externas. Esta metodología ayuda a las organizaciones a alinear sus capacidades internas con las condiciones del entorno, optimizando la formulación de estrategias efectivas (Institute for Manufacturing, University of

Cambridge, s.f.; Universidad de los Andes, 2023). La Universidad de los Andes (s.f.) define la matriz DOFA de la siguiente manera:

La sigla DOFA proviene de las primeras letras de cada uno de los cuatro elementos que se analizan: Debilidades: se refieren a los aspectos internos de la situación que pueden afectar negativamente el resultado. Oportunidades: son factores externos que pueden ser beneficiosos para el resultado. Fortalezas: son aspectos internos que pueden contribuir positivamente al resultado; y Amenazas: son factores externos que pueden afectar negativamente el resultado. (párr. 2)

Según MyWestford (s. f.) y Westford (2016), la mayoría de las organizaciones también realizan análisis DOFA y PESTEL anualmente para obtener datos del año. Esto es particularmente útil para realizar una reevaluación y detectar las oportunidades y amenazas emergentes. Además, permite analizar los cambios ambientales anuales. También permite observar los avances tecnológicos y los cambios económicos. Por lo anterior, el análisis PESTEL y la matriz DOFA permite identificar variables y factores estratégicos para tener una visión holística que, para el contexto de este estudio, resulta especialmente útil para formular recomendaciones pertinentes que contribuyan a evaluar la capacidad de Colombia para adoptar los VE.

El cronograma general de este proyecto académico es el siguiente:

Tabla 2 Cronograma proyecto académico

| Actividad | oct-24 | nov-24 | dic-24 | ene-25 | feb-25 | mar-25 | abr-25 | may-25 | jun-25 | jul-25 | ago-25 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|--------|
| Introducción | | | | | | | | | | | |
| Descripción de la Situación Organizacional en el que se Enmarca la Solución a la Problemática (Contexto) | | | | | | | | | | | |
| Descripción del Método y/o Estrategia que Utilizará para Resolver la Problemática Organizacional | | | | | | | | | | | |
| Descripción de la Problemática Empresarial | | | | | | | | | | | |
| Descripción de las Alternativas, Estrategias y/o Acciones a Desarrollar para dar Solución a la Problemática Empresarial | | | | | | | | | | Visita internacional EADA | |
| Plan y recomendaciones para la implementación de la solución | | | | | | | | | | | |
| Conclusiones | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la Problemática Empresarial

Análisis PESTEL

Con el objetivo de evaluar el futuro y la sostenibilidad a largo plazo de los vehículos eléctricos en Colombia, resulta fundamental analizar esta temática desde múltiples perspectivas en el marco de la sostenibilidad. Para ello, se utilizará el análisis PESTEL, una herramienta que permite identificar y comprender los factores externos clave que influyen en las diferentes dimensiones de la sostenibilidad en el contexto colombiano, específicamente en relación con los vehículos eléctricos.

Figura 2 Análisis PESTEL

| | |
|--|---|
| <p>Factores Políticos (P)</p> <p>Top 3 Factores Políticos</p> <ul style="list-style-type: none"> Compromisos internacionales Legislación del sector Barreras de entrada para realizar actividades | <p>Factores Económicos (E)</p> <p>Top 3 Factores Económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambio en los valores de impuestos y tributos Costo de las baterías Demanda de vehículos eléctricos |
| <p>Factores Sociales (S)</p> <p>Top 3 Factores Sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> Tendencias del estilo de vida de su público objetivo Percepción de los consumidores sobre VE Motivación de compra por beneficios | <p>Factores Tecnológicos (T)</p> <p>Top 3 Factores Tecnológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Nuevas soluciones tecnológicas en baterías Desarrollo de infraestructura de carga Tipos de cargadores |
| <p>Factores Ambientales (A)</p> <p>Top 3 Factores Ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambio climático Calidad del aire Contaminación acústica | <p>Factores Legales (L)</p> <p>Top 3 Factores Legales</p> <ul style="list-style-type: none"> Beneficios y excepciones de la Ley 1964 2019 Discrecionalidad de los gobiernos locales para incentivos Normativas de puntos de carga en los municipios según la ley |

Fuente: Elaboración propia

Dimensión Política

Bajo el compromiso del Acuerdo de París en elevar la ambición climática para reducir el calentamiento global a 1.5°C (UN Climate Change, 2025). De acuerdo con la información de las Naciones Unidas, el sector transporte es responsable de casi una cuarta parte de las emisiones totales de CO₂ (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2023), por lo que se ha priorizado por parte de muchos Estados avanzar en la transición hacia una movilidad eléctrica.

En respuesta a lo anterior, países como China, Noruega, Suecia, Dinamarca, Alemania, Estados Unidos, Reino Unido y Francia, así como la Unión Europea, han adoptado políticas y normatividad muy ambiciosas con respecto a los VE, a tal punto que varios de estos han fijado fechas al 2025, 2030 y 2035 para la eliminación de las ventas de vehículos nuevos a combustión interna en sus territorios.

En este contexto del sistema internacional, Colombia ha demostrado su compromiso al ratificar el Acuerdo de París y adherirse en el 2024 a la Declaración para acelerar la transición hacia automóviles y furgonetas de cero emisiones, presentada en la 26^a Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Este compromiso tiene como objetivo que, para 2040, todas las ventas de nuevos automóviles y furgonetas en el país sean de cero emisiones (International Council on Clean Transportation, 2023).

Colombia en respuesta, ha avanzado con un paquete de políticas para impulsar la movilidad eléctrica, donde sobresale la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME) de 2019 (Gobierno de Colombia, 2020c), que traza una hoja de ruta para descarbonizar el transporte. En línea con su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022, el país se ha comprometido a reducir sus emisiones GEI en un 51% para 2030, tomando como referencia el año 2014. En este marco, la movilidad eléctrica se posiciona como un

pilar fundamental de la transición energética, con la ambiciosa meta de poner en circulación 600,000 vehículos eléctricos para 2030, tanto en el transporte privado, como en el público.

Por lo anterior, Colombia ha adquirido compromisos internacionales vinculantes en cuanto a la aceleración de la adopción de la movilidad eléctrica para el 2030 con una meta de 600.000 VE, y al 2040 con la ambiciosa meta de que todas las ventas de automóviles y furgonetas nuevas en el país sean cero emisiones. Esto pone mucha presión en el escenario político doméstico y a pesar de que se ha avanzado en paquetes de políticas y estrategias a favor de la adopción de los VE, el no cumplimiento de estos compromisos internacionales puede traer implicaciones serias para el país como es la pérdida de prestigio en la diplomacia ambiental, pérdida de credibilidad y poder de influencia, en especial en escenarios de negociaciones estratégicas como son las Conferencias de las Partes de los Acuerdos Ambientales de las Naciones Unidas, mejor conocidas como COP y barreras para acceder a recursos de cooperación internacional y financiación a través de la Banca Multilateral.

Dimensión Económica

Cambio en valores de impuestos y tributos:

La Ley 1964 de 2019 (Congreso de Colombia, 2019), que promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia, adicionó el parágrafo 5° al artículo 145 de la Ley 488 de 1998 indicando que “Para los vehículos eléctricos, las tarifas aplicables no podrán superar en ningún caso, el uno por ciento (1%) del valor comercial del vehículo”. Mientras que, en vehículos a combustión, está entre 1,5% y 3,5%.

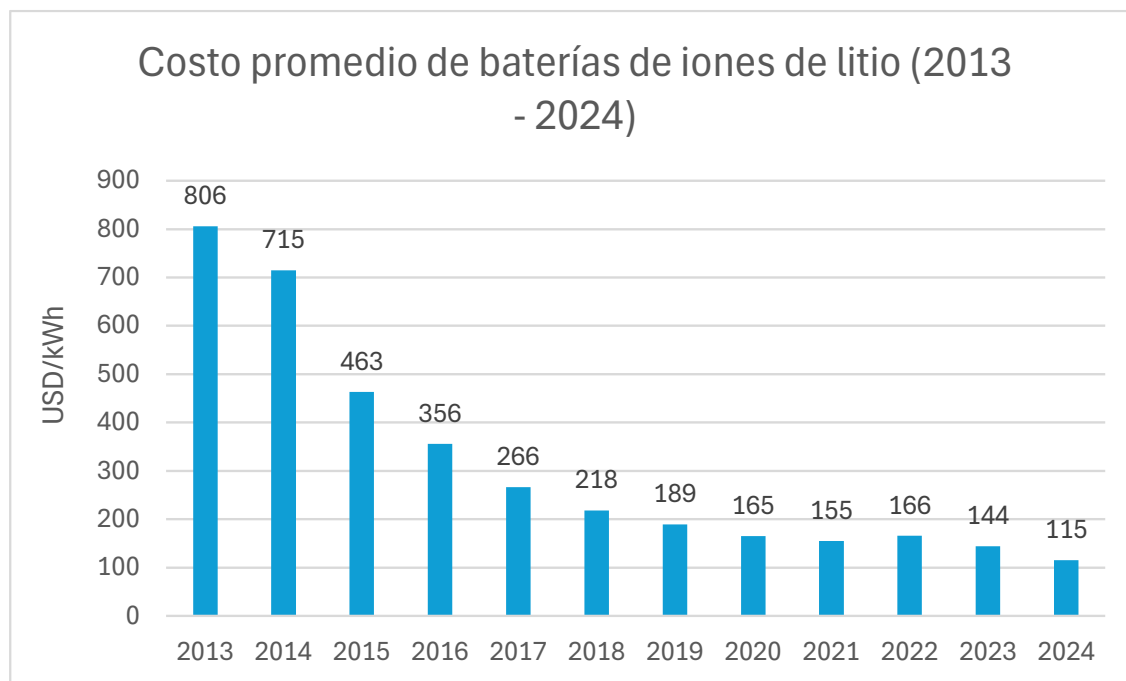
Esta ley también establece descuentos sobre la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes y sobre las primas de los seguros SOAT (Seguro Obligatorio de Accidente de Tránsito) para los VE.

Así mismo, amparadas por la misma ley, las entidades territoriales podrán establecer sus propios incentivos económicos para el uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones, tales como descuentos sobre el registro o impuesto vehicular local, tarifas diferenciadas de parqueaderos o exenciones tributarias.

Costo de las baterías:

Según *Bloomberg New Energy Finance (BNEF)* (Catsaros, 2024), y su análisis sobre las tendencias que impulsan la transición a una economía baja en carbono, el costo de las baterías de iones de litio, las más comúnmente usadas en VE, ha tenido una caída significativa al pasar de \$144 USD por kilovatio-hora en 2023 a \$ 115 USD por kilovatio hora en 2024.

Figura 3 Costo promedio baterías de iones de litio (2013 – 2024)

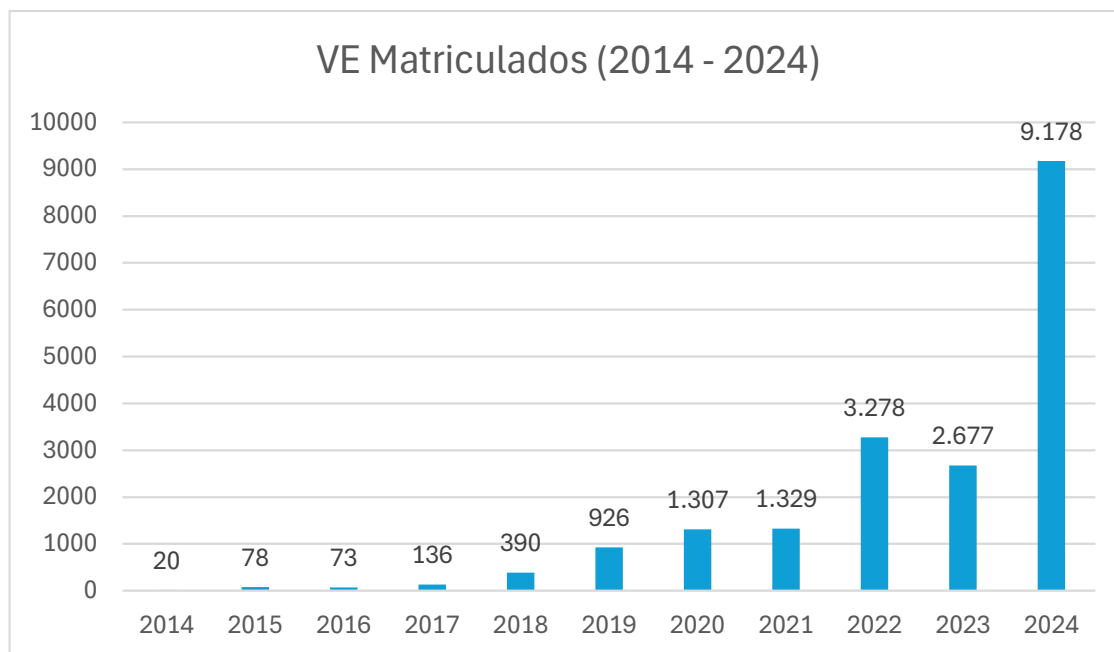


Fuente: Catsaros (2024) Adaptado de BloombergNEF

Al ser la batería el componente más costoso de un VE, hasta el 35% del costo total, la tendencia es que el precio de los VE continúe disminuyendo a la par que lo hace su batería (Thunder Said Energy, s.f.).

Demanda de VE:

Según el informe de la Federación Nacional de Comerciantes de Colombia, FENALCO (FENALCO y ANDI, 2024), al cierre del año 2024 se habían matriculado en el país 20.122 VE. Solo en el 2024 se matricularon 9.178 VE, lo que representó un incremento de 2,5 veces las ventas del 2023 continuando con una demanda incremental sostenida desde hace 10 años.

Figura 4 VE matriculados en Colombia (2014 – 2024)

Fuente: FENALCO y ANDI (2024) Adaptado de FENALCO

En cuanto a la dimensión económica se puede concluir que la disminución del costo de las baterías de los VE representa el mayor reto para lograr un valor total del vehículo a precios asequibles para la población de modo que contribuya efectivamente a la descarbonización del transporte particular en Colombia.

Dimensión Social

La movilidad hace parte fundamental de la dinámica social y el desarrollo urbano. Es por esto que, contar con medios de transporte eficientes y una infraestructura vial adecuada, hace parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

En el ODS 11, que hace referencia a Ciudades y Comunidades Sostenibles, se destaca la importancia de proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles; aumentar la urbanización inclusiva y sostenible; y aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático (Moran, s.f.). Esto evidencia que parte del valor social de una comunidad es la forma en que se moviliza.

Además, desde un análisis antropológico, la pandemia del COVID-19 tuvo un gran impacto en las preferencias para moverse, lo que generó un cambio en el comportamiento social. Según la Cartilla Encuesta de Movilidad 2023 de la Alcaldía Mayor de Bogotá (2023), luego de este fenómeno, hubo un incremento en la compra y uso de vehículos, en aras de evitar contagios y aglomeraciones.

Es así como se puede evidenciar que, si bien los automóviles pueden ser considerados bienes de lujo, teniendo en cuenta que son productos que no resultan necesarios para la supervivencia, ni son bienes que suplan las necesidades básicas, la realidad es que tener acceso a un vehículo particular es una alternativa para tener una mayor confort, seguridad y estatus a la hora de moverse.

En esta línea, los vehículos eléctricos cumplen esos criterios, a los que suman un gran componente de tecnología, que, en el estilo de vida actual, constituye un pilar del comportamiento social cotidiano. Por otra parte, la conciencia de los usuarios y los hábitos de consumo han aumentado hacia bienes que tengan un origen, proceso de producción o impacto más sostenible. Esto lo evidencia el informe global *Edelman Trust Barometer* realizado en 2022 que encuestó a

más de 36.000 personas de 28 países, incluyendo Colombia; el resultado del estudio arrojó que el 58% de las personas consideran las prácticas de sostenibilidad como factores decisivos al momento de elegir una marca (Diario La República, 2024).

Sin embargo, para los vehículos eléctricos, la decisión de compra no está motivada únicamente por factores de conciencia medioambiental. El Gobierno Nacional dio beneficios económicos, tributarios y de movilidad que han sido incentivos para que la compra de vehículos eléctricos aumente significativamente.

Ahora, al identificar cuál es la motivación principal para orientar la decisión de compra a un vehículo eléctrico, un estudio de la Universidad del Norte indica que, tras haber encuestado a 210 propietarios de este tipo de automóviles, el 35% se inclinó por un automóvil eléctrico para evitar la restricción vehicular del “Pico y Placa” (Acevedo Navas y Morales Nieto, 2020). Esta muestra demográfica es un reflejo de que, si bien actualmente hay un interés por mejorar los hábitos de consumo teniendo una mayor conciencia ambiental y social, la influencia sobre los aspectos económicos tienen un peso importante en el proceso de decisión de compra.

No obstante, hay otras motivaciones que han hecho que la tendencia de compra de vehículos eléctricos a nivel mundial sea menor a lo esperado. Algunos de estos son las bajas autonomías de los VE versus un vehículo a combustión; la falta de infraestructura de carga robusta a lo largo y ancho de las ciudades principales y del país; el tiempo de carga de los vehículos eléctricos, tardando de 4 a 8 horas en modalidad de carga lenta, de entre 3 a 5 horas en carga semi rápidas y de 30 minutos a 1 hora con carga rápida, siendo esta última opción escasa o nula en la disponibilidad de electrolinerías públicas. Estos factores son confirmados por un informe elaborado por la firma de consultoría Deloitte, donde fueron encuestados 27.000 usuarios de 26 países y

señalaron esas tres preocupaciones como las principales a la hora de pensar adquirir un vehículo eléctrico (Asaad, 2024).

Otro atenuante que se presenta actualmente en Colombia, es la incapacidad de garantizar la actualización en tiempo real de las aplicaciones donde se indica la ubicación y el funcionamiento de los puntos de carga a nivel nacional. Estos factores no generan garantías para poder hacer uso de los vehículos eléctricos fuera de la ciudad para recorridos extensos, inclinando la preferencia de compra a vehículos a combustión para este tipo de viajes.

A esto, debe sumarse un análisis del poder adquisitivo promedio de los colombianos. Según el Banco Mundial, para el año 2024 Colombia tuvo un PIB per cápita de 7.914 USD (Banco Mundial, 2025). Sin embargo, según un informe de Aconauto (Asociación Gremial de Concesionarios de Automotores en Colombia), en el país se comercializaron solo 3,8 vehículos por cada 1.000 durante ese mismo periodo, siendo un indicador muy bajo frente a otros de la región, estando por encima solo de Venezuela. Haciendo un comparativo con un país de población similar, en el 2025 Argentina comercializó 8,7 vehículos por cada 1.000 habitantes (La República, 2025). Esto evidencia que en Colombia la adquisición de un vehículo es una oportunidad para una población minoritaria. A esto se debe sumar que el costo promedio de un VE oscila entre los \$70 y \$150 millones de pesos, haciendo poco realista la adquisición masificada de este tipo de vehículos conforme al poder adquisitivo de los colombianos.

Con este análisis, se puede identificar que las motivaciones para comprar un vehículo eléctrico en Colombia distan de ser ambientales. Por el contrario, los beneficios que tienen los vehículos eléctricos, tanto en concesiones económicas, como de circulación vial gracias a las exenciones de Pico y Placa, son los agentes que impulsan en mayor medida su adquisición. Pese a

esto, el poder adquisitivo de la mayoría de los colombianos todavía es reducido para poder lograr una masificación en la compra de VE y la renovación del parque automotor a vehículos eléctricos.

Dimensión Tecnológica

Desarrollo y estado de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia:

El informe *Global EV Outlook 2025* de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2025b), destaca que la infraestructura de carga pública en Colombia ha experimentado una rápida expansión en los últimos años, donde los puntos de carga públicos han aumentado un 60% desde 2022 hasta la fecha.

Este crecimiento es parte de una tendencia regional en América Latina, donde países como Brasil, México y Colombia están invirtiendo fuertemente en infraestructura de carga para acompañar el aumento en la adopción de vehículos eléctricos.

Además, el informe indica que el crecimiento de la infraestructura de carga en Colombia ha sido impulsado por una combinación de iniciativas gubernamentales y colaboración con el sector privado, el cual ha sido un ente clave para esta inversión.

Tipos de cargadores:

En la revista automotriz especializada *Fuel Car Magazine* (Fuel, 2024, p.12-13), en su edición del 2024 dirigida al mercado colombiano, se presentan los diferentes tipos de niveles de carga, así como los tipos de cargadores de VE disponibles en nuestro país. Esta fue la tipificación:

- Nivel de carga 1: Corresponde a los enchufes caseros, es decir, tomas de corriente monofásicas con voltajes entre 110 a 120v. El tiempo de carga puede durar hasta más de 15 horas dependiendo del tamaño de la batería.
- Nivel de carga 2: Corresponde a los *wallbox* y a muchas electrolinerías en Colombia. Se puede recargar la batería del vehículo en un tiempo estimado de 3 a 12 horas, de acuerdo con el tamaño de la batería.
- Nivel de carga 3: Corresponde a las estaciones de carga rápida, en donde la corriente continua es el estándar. Se puede cargar toda la batería del vehículo en 30 minutos a 2 horas, de acuerdo con el tamaño de la batería.

A la fecha existen aproximadamente ocho tipos de cargadores diferentes, esto según las marcas y origen de los países de los cuales los vehículos son importados. Esto evidencia una falta de homogenización de la norma y, por lo tanto, genera una diversidad demasiado amplia que dificulta una penetración en la red de carga eléctrica pública lo suficientemente robusta para atender la demanda de los VE en el país. Si bien en los últimos años esto se ha regulado progresivamente, la realidad es que para los vehículos que ya están en el parque automotor, permanece la dificultad de encontrar puntos de carga que les sean útiles. Esto conduce a que dicha diversificación sea una barrera de entrada en la compra de VE y de instalación de electrolinerías.

La falta de cargadores rápidos no solo limita la autonomía y uso de los VE, sino que refuerza la dependencia de vehículos híbridos. Para sustituir esta tendencia, el estado debe intervenir con un esquema de financiación público privada que permita la masificación de infraestructura interoperable.

En cuanto a la dimensión tecnológica se puede concluir que, aunque el crecimiento en la infraestructura de carga de VE en Colombia es notable ésta debe seguir expandiéndose para

mantener el ritmo de compra de vehículos eléctricos. Por esto, es importante continuar con políticas públicas que incentiven tanto la instalación de cargadores públicos como privados, y la necesidad de asegurar la interoperabilidad y la estandarización de los sistemas de carga.

Dimensión Ambiental

Con base en el informe dado a conocer por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en UNEA6, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), para cumplir los plazos de las iniciativas destinadas a limitar el calentamiento a 1,5 °C, será necesario que los VE desplacen a los que emplean combustibles fósiles no más tarde de 2035-2050 (PNUMA Naciones Unidas, 2023). Lo cual resalta la urgencia de una transición integral en los sistemas de transporte en el mundo.

Esta llamada a la acción a los países signatarios del Acuerdo de París por parte de las Naciones Unidas, demanda elevar su ambición en el diseño e implementación de políticas que permitan acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica, especialmente en las principales ciudades. Adicionalmente, migrar a los VE representan beneficios no solo en reducción de emisiones, sino que también tienen un impacto positivo en otros aspectos ambientales como: mejora de la calidad del aire y reducción en los niveles de ruido en las grandes ciudades, el reciclaje, la reutilización de materiales y economía circular. Estos beneficios ambientales hacen que los VE sean una solución estratégica para considerar.

Aterrizándolo al país, Colombia en línea con su compromiso asumido en la pasada COP27 de Cambio Climático con la reducción del 51% de las emisiones de GEI para 2030 y la meta de alcanzar la carbono neutralidad para 2050 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022),

la movilidad eléctrica juega un rol esencial en la estrategia de descarbonización del sector transporte, ya que este representa una de las principales fuentes de emisiones de GEI.

Pero, a pesar de los avances y compromisos llevados a cabo por el Gobierno, la gestión de las baterías al final de su vida útil resulta en un eslabón frágil y crítico en la sostenibilidad ambiental de los VE. En la actualidad, el país no cuenta con un programa claro que garantice una disposición final adecuada de estas baterías y la responsabilidad se ha trasladado al fabricante representando en el vendedor, lo que representa un riesgo muy alto para el medio ambiente por la falta de estandarización del reciclaje de las baterías.

Ahora bien, la intensificación de los fenómenos climáticos como el de El Niño en Colombia es otra variable para considerar en la dimensión ambiental, ya que estos tienen impacto directo en la cadena de suministro de energía. De acuerdo con las proyecciones climáticas para Colombia (2021-2100), presentadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en la Cuarta Comunicación Nacional a finales de 2024 (IDEAM, 2024), se destacan:

1. Aumento de la temperatura promedio: Se estima que las temperaturas en Colombia incrementarán entre 1,5 °C y 2 °C para el año 2050, lo que representa un desafío para los ecosistemas y las actividades humanas dependientes del clima.
2. Alteración de los patrones de precipitación: El cambio climático provocará una mayor variabilidad en las precipitaciones. Mientras algunas regiones experimentarán lluvias más intensas y prolongadas, otras enfrentarán sequías más severas, lo que podría agudizar las disparidades territoriales en el acceso a recursos hídricos.
3. Intensificación de fenómenos climáticos extremos: El país se verá expuesto a un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos como huracanes, tormentas tropicales,

sequías prolongadas e inundaciones, generando implicaciones significativas para la infraestructura, la economía y la seguridad alimentaria.

4. Impactos en el recurso hídrico: El cambio climático afectará directamente la distribución y disponibilidad del agua en el territorio colombiano. Cuencas hidrográficas clave, como las del río Magdalena y el río Cauca, podrían experimentar fluctuaciones marcadas en sus caudales, comprometiendo sectores fundamentales como la generación de energía hidroeléctrica, la agricultura y el abastecimiento de agua a comunidades urbanas y rurales.

Pero estas proyecciones ya son una realidad, la disminución de las lluvias y el incremento de las temperaturas, como se vivió a finales de 2024 e inicios de 2025, ha comprometido la generación de energía limpia y encarecido los costos asociados.

De este modo, en cuanto a la dimensión ambiental se puede concluir que los VE representan, en este momento, la mejor alternativa de movilidad para contrarrestar las emisiones de GEI en el sector transporte. También, es una tecnología amigable con el medioambiente en materia de mejorar la calidad del aire, reducción de la contaminación acústica en las grandes ciudades y la economía circular en el reciclaje de materiales en la fabricación de los VE. Pese a estos beneficios, también hay desafíos ambientales a considerar como es el impacto de los residuos tóxicos de las baterías y la presión en el sistema energético del país teniendo en cuenta las proyecciones climáticas sobre los fenómenos meteorológicos que tienen un gran impacto en el suministro de energía en Colombia.

Dimensión Legal

Por medio de la Ley 1964 del 2019 (Congreso de Colombia, 2019), el Gobierno Nacional de Colombia inició la promoción del uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones en el país, con el fin de incentivar la movilidad sostenible y la disminución de emisiones de CO₂. Esta norma indica en el artículo 2° que, estos vehículos son:

Impulsado exclusivamente por uno o más motores eléctricos, que obtienen corriente de un sistema de almacenamiento de energía recargable, como baterías, u otros dispositivos portátiles de almacenamiento de energía eléctrica, incluyendo celdas de combustible de hidrógeno o que obtienen la corriente a través de catenarias. Estos vehículos no cuentan con motores de combustión interna o sistemas de generación eléctrica a bordo como medio para suministrar energía eléctrica.

En cuanto a las demandas requeridas con la implementación de esta Ley en el artículo 9°, se indica que, dentro de los tres años siguientes a la entrada en vigor, “los municipios de categoría especial, excluyendo de estos a Buenaventura y Tumaco, podrán garantizar que existan en su territorio, como mínimo, cinco estaciones de carga rápida en condiciones funcionales” (Congreso de Colombia, 2019).

Además, en el marco de esa norma, se estableció en el artículo 8°, “dentro de los seis años siguientes a la entrada en vigor de esta Ley, el Gobierno Nacional, deberá cumplir con una cuota mínima del treinta 30% de vehículos eléctricos en los vehículos que anualmente sean comprados o contratados para su uso, teniendo en cuenta las necesidades de cada entidad para el caso del Gobierno Nacional y la infraestructura con que cuenten” (Congreso de Colombia, 2019).

Entendiendo que el Gobierno Nacional y los Gobiernos Locales implementaron decretos y normativas para incentivar la adquisición de VE, que también aplican a los vehículos híbridos,

estas medidas llegan a un punto de equilibrio en donde serán insostenibles para el país. Esta regularización deberá detenerse en algún momento por el impacto económico y de movilidad que representan, debido a la acelerada adquisición de vehículos que no dependen exclusivamente de sistemas de combustión. Ante esta estabilización, habrá la necesidad de que los vehículos híbridos pierdan dichos beneficios y se apliquen exclusivamente a los VE, que, en efecto, son los que tienen cero emisiones.

Figura 5 Matriz DOFA

| | |
|--|------------------------------------|
| Top 3 Debilidades | Top 3 Oportunidades |
| Normativa en desarrollo en disposición de baterías | Tendencias globales |
| Infraestructura limitada | Mayor inversión en infraestructura |
| Desconfianza de los VE | Incentivos del sector automotor |
| Top 3 Fortalezas | Top 3 Amenazas |
| Innovación tecnológica | Riesgos en la cadena de suministro |
| Crecimiento del mercado | Incertidumbre política |
| Beneficios ambientales | Dependencia energética |

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la Matriz DOFA

Con base en el análisis realizado bajo la herramienta DOFA, se puede entender que:

Debilidades: la normativa en desarrollo en disposición de baterías es un factor crítico porque puede contrarrestar los beneficios ambientales de los VE, y generar, en el futuro, pasivos ambientales significativos para el país. Esto se agrava por una infraestructura limitada de puntos de carga y tecnología de carga disponible poco eficiente, lo que dificulta los viajes de larga distancia y la carga en ciudades intermedias. En consecuencia, estos factores influyen en la

desconfianza que tiene el público a los VE por la percepción de escasa autonomía, complejidad logística para desplazamientos prolongados, tiempos de cargas muy elevados e incertidumbre en la postventa debido a la falta de normativa de disposición de las baterías.

Oportunidades: la tendencia global hacia la movilidad eléctrica ha representado una oportunidad para alinear el mercado automotriz nacional al nivel de los grandes mercados internacionales, permitiéndole a Colombia ser plataforma regional para el lanzamiento de los nuevos modelos de las principales marcas y estar a la vanguardia en la tecnología de los VE de las principales casas matrices. Este contexto representa una oportunidad estratégica para fortalecer alianzas público-privada y atraer inversión privada para expandir la red de carga. Sumado a los incentivos vigentes para el sector de VE, estas condiciones constituyen herramientas clave para sostener y acelerar el crecimiento del mercado.

Fortalezas: La innovación tecnológica en la industria de los VE, avanza a pasos acelerados, enfocándose, principalmente, en dar soluciones a las problemáticas relacionadas con reducir los costos de los VE, el aumento exponencial de la autonomía, reducir los tiempos de carga y adoptar cargadores cada vez más eficientes. El crecimiento del mercado de estos vehículos, tanto a nivel global como nacional, es crucial para atraer al consumidor a este tipo de movilidad, de la mano con los beneficios ambientales que representan los VE, junto con la agenda ambiental del gobierno para reducir los GEI, mejorar la calidad del aire en las principales ciudades y reducir los niveles de contaminación auditiva.

Amenazas: la creciente demanda internacional de los VE tensiona la cadena de suministro de materias primas para la fabricación de las baterías, lo que constituye la principal amenaza para garantizar la sostenibilidad del mercado y reducir los costos de estos vehículos. La incertidumbre política, la inestabilidad institucional y volatilidad del marco jurídico en Colombia ponen en riesgo

el cumplimiento de los compromisos internacionales en movilidad sostenible, al tiempo que pueden desalentar la inversión y la gestión de recursos necesarios para alcanzar la meta de los 600.000 VE en 2030. Adicionalmente, la dependencia energética de fuentes hidroeléctricas expone la red de carga a la variabilidad climática, incrementando su vulnerabilidad ante fenómenos extremos.

Descripción de las Alternativas, Estrategias y/o Acciones a Desarrollar para dar Solución a la Problemática Empresarial

Teniendo en cuenta el análisis realizado en la sección anterior del documento utilizando las herramientas PESTEL y DOFA, se identifica que los VE a nivel global es la tecnología que se ha priorizado para reducir las emisiones de GEI en el transporte, y es la opción adoptada por el Gobierno Nacional para alcanzar una movilidad sostenible con base en las metas ambientales plasmadas en el Acuerdo de París. La Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (Gobierno de Colombia, 2020c) promueve vehículos especialmente eléctricos a batería, ya que estos son las opciones tecnológicas más eficientes y rentables para lograr reducciones de emisiones del tubo de escape. La Política de Crecimiento Verde del Departamento Nacional de Planeación ha establecido como meta contar con 600 mil vehículos eléctricos en el año 2030 (Ministerio de Minas y Energía, 2022).

Tomando como enfoque esta premisa, la viabilidad de los VE particulares en el país está comprometida considerando el avance y cumplimiento de las metas fijadas por el Gobierno Nacional de turno. A continuación, se plantean las alternativas de solución a la problemática de estudio:

- 1. Cumplir con los compromisos internacionales adheridos:** Colombia se comprometió internacionalmente con la adopción de la movilidad eléctrica para el 2030 con una meta de 600.000 VE.

Tabla 3 Alternativas de solución a problemática empresarial 1

| Ventajas | Limitaciones / Riesgos |
|---|--|
| <p>1. Mantener el prestigio internacional como país referente en materia ambiental, capacidad de incidir en las negociaciones y liderar bloques regionales en instancias como las COPs y acceder a recursos de cooperación internacional y financiación a través de la Banca Multilateral.</p> <p>Adicionalmente se cumpliría el propósito de tener un ambiente más sano, mejor calidad de aire, menor contaminación acústica y se aportaría a la reducción del cambio climático.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. En el panorama actual no parece ser viable que se cumplan los compromisos internacionales por la falta de efectividad de la gestión del gobierno y al deterioro institucional debido principalmente a la incertidumbre por la alta rotación de funcionarios en las entidades responsables, falta de talento humano competente en las entidades responsables de implementar los acuerdos y la poca articulación entre el gobierno nacional, los gobiernos regionales y el sector privado. 2. Falta de asignación de recursos por parte del gobierno nacional para cumplir la implementación de los acuerdos internacionales. 3. Las metas adquiridas por el gobierno colombiano son muy ambiciosas y no responden a la capacidad de gestión del gobierno ni de la economía del país, para lograr su cumplimiento. 4. La meta de los 600.000 VE no está discriminada por tipo de vehículos, lo cual hace que carezca de un enfoque claro y asertivo para lograr el mayor impacto ambiental en su implementación. |

Fuente: Elaboración propia

- 2. Fortalecer la infraestructura de carga:** Motivar la inversión público-privada para ampliar la infraestructura de carga en Colombia.

Tabla 4 Alternativas de solución a problemática empresarial 2

| Ventajas | Limitaciones / Riesgos |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Al asegurar una infraestructura de carga en Colombia, se genera confianza al consumidor para poder utilizar los VE en recorridos tanto dentro de la ciudad como para largas distancias por carreteras. 2. Al establecer una normativa y regulación para la inversión de las empresas privadas en la instalación de electrolineras, se pueden determinar beneficios económicos y fiscales como incentivos. 3. Asegurar la infraestructura de carga en alianza con el sector privado, fomentaría un mecanismo de aceleración para el cumplimiento de la meta de VE en Colombia. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mientras no exista una regulación sobre la comercialización de energía a través de electrolineras, no habrá garantías para el sector privado para hacer esta inversión. 2. Al ser la energía un servicio público, la regulación por parte de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG, 2025) establece normativas muy estrictas con exigencias particulares para la prestación del servicio. 3. La instalación de electrolineras es una inversión bastante alta, que contempla variables como tipo de cargadores, ubicaciones remotas, seguridad de la región y conectividad. Esto demanda tener garantías para el sector privado para invertir en infraestructura de carga a lo largo del territorio colombiano. |

Fuente: Elaboración propia

- 3. Fortalecer los beneficios para reducir el costo al consumidor de los VE:** Asegurar la discriminación de los beneficios para los Vehículos Eléctricos versus los Vehículos Híbridos y Vehículos de Hibridación Ligera.

Tabla 5 Alternativas de solución a problemática empresarial 3

| Ventajas | Limitaciones / Riesgos |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer esta discriminación asegura que los VE, que son, en efecto, los de cero emisiones, obtengan mayores beneficios (retirando los beneficios de los Vehículos Híbridos). 2. Se asegura fomentar la compra de VE para reducir el impacto ambiental de emisiones real. | <ol style="list-style-type: none"> 1. El costo de las baterías en los VE sigue siendo una tecnología costosa, que tiene un impacto significativo en el costo final del vehículo. 2. La inseguridad jurídica internacional está en riesgo debido a los cambios en la política comercial global, poniendo en riesgo los tratados de libre comercio y los acuerdos arancelarios negociados. 3. Pese a que se implementen incentivos para la compra de VE, la transición total del parque automotor en Colombia a esta nueva tecnología es un proceso progresivo y demorado, considerando las otras variables alrededor de las necesidades para masificar este tipo de movilidad. |

Fuente: Elaboración propia

- 4. Asegurar la correcta disposición de baterías de VE:** Fortalecer el sector industrial que se especializa en la correcta disposición de baterías de VE, contando con un marco regulatorio claro.

Tabla 6 Alternativas de solución a problemática empresarial 4

| Ventajas | Limitaciones / Riesgos |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Se reduciría el riesgo ambiental por los desechos de las baterías y sus componentes. 2. Se impulsarían nuevos negocios e industrias asociadas al reciclaje, economía circular y manufactura de baterías o componentes. 3. Se reduciría el costo de materias primas críticas para la transición energética como el litio, entre otros. | <ol style="list-style-type: none"> 1. La falta de un marco regulatorio claro impide la articulación y coordinación entre gobierno y sector privado para la disposición y aprovechamiento de las baterías y sus componentes. 2. Los altos costos de infraestructura, la complejidad tecnológica y la logística son factores que dificultan su implementación. 3. La disponibilidad limitada de baterías de VE en el corto plazo es un riesgo para la rentabilidad de quienes se quieren dedicar al reciclaje de baterías, pues actualmente hay un volumen muy bajo para disposición. |

Fuente: Elaboración propia

Recomendaciones para la implementación de la solución

1. Cumplir con los compromisos internacionales adheridos

Tabla 7 Recomendaciones para la implementación de la solución 1

| Estrategia | Qué pasa si la acción no se implementa |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Plan de gestión eficiente liderado por el Gobierno Nacional, trabajando de la mano de los gobiernos regionales y el sector privado, que incentive la adquisición de VE para el transporte masivo, vehículos oficiales, taxis, vehículos de plataformas y particulares. 2. Activación de un fondo que permita el apalancamiento de proyectos asociados a la transición energética con financiamiento de recursos provenientes de la industria extractiva. 3. Actualización de las metas nacionales sobre los VE en la NDC que sean concertadas con los sectores y respondan a la realidad económica y capacidad de gestión del país. 4. Discriminación de la meta de los 600.000 VE por segmento: vehículos particulares, vehículos de pasajeros, de carga, de última milla, motocicletas, entre otros. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pérdida de prestigio en la diplomacia ambiental. 2. Pérdida de credibilidad y poder de influencia en escenarios de negociaciones estratégicas, como las COPs, así como barreras para acceder a recursos de cooperación internacional y financiación a través de la Banca Multilateral. 3. No se cumpliría el propósito de tener un ambiente más sano, una menor calidad de aire, menor contaminación acústica y se aportaría a la reducción del cambio climático. 4. No tipificar la discriminación por tipo de vehículo en la meta de los 600.000 VE se puede perder la oportunidad de generar un cambio efectivo en la reducción de emisiones, con base en los segmentos que mayor impacto ambiental generan. |

Fuente: Elaboración propia

2. Fortalecer la infraestructura de carga

Tabla 8 Recomendaciones para la implementación de la solución 2

| Estrategia | Qué pasa si la acción no se implementa |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación de un marco regulatorio que contemple la comercialización de energía como servicio público a través de las electrolineras, incentivos al sector privado y seguridad en el territorio nacional. 2. Campañas de Comunicación para que, una vez lograda la implementación de una infraestructura robusta de electrolineras en el país, la opinión pública sea informada e incentivada a recorrer el país usando VE. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mientras no exista una regulación sobre la comercialización de energía a través de electrolineras, no habrá garantías para el sector privado para hacer esta inversión. 2. La sensación de desconfianza de la opinión pública y los clientes potenciales de VE van a tener dudas a la hora de tomar su decisión de compra. |

Fuente: Elaboración propia

3. Fortalecer los beneficios para reducir el costo al consumidor de los VE

Tabla 9 Recomendaciones para la implementación de la solución 3

| Estrategia | Qué pasa si la acción no se implementa |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Trasladar los beneficios de los Vehículos Híbridos y Vehículos de Hibridación Ligera a los VE. Esto permitiría robustecer los incentivos de compra para vehículos eléctricos. 2. A través de los Ministerios y Agremiaciones como Fenalco y ANDEMOS, hacer reuniones con los comercializadores de vehículos para explicar esta medida e incentivar la importación y venta de VE en el país. 3. Generar campañas de comunicación estratégicas para explicar las ventajas de los VE y la atribución de los nuevos incentivos para propiciar su compra. | <ol style="list-style-type: none"> 1. La compra de VE en Colombia será con una tasa de consumo muy baja versus la urgencia de cumplimiento de la meta de 600.000 VE. 2. Si no se trasladan los beneficios de los Vehículos Híbridos y de Hibridación Ligera a los VE, la reducción en la contaminación y emisiones no será significativa. |

Fuente: Elaboración propia

4. Asegurar la correcta disposición de baterías de VE

Tabla 10 Recomendaciones para la implementación de la solución 4

| Estrategia | Qué pasa si la acción no se implementa |
|--|---|
| <p>1. Asegurar la correcta disposición y valorización de baterías de VE por medio de un marco regulatorio claro que permita una articulación y coordinación entre gobierno y sector privado, que así mismo fomente la rentabilidad de este tipo de negocios.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentan los riesgos ambientales por la contaminación ocasionada por una mala disposición de las baterías. 2. Cada importador o fabricante tendría autonomía para disponer de las baterías de acuerdo con sus criterios y no necesariamente cumplir con los estándares ambientales o de seguridad. 3. Permanecerían barreras que impedirían la masificación de los VE, generando un impacto ambiental negativo en el país donde circulan este tipo de vehículos. |

Fuente: Elaboración propia

La ejecución de las recomendaciones propuestas recae en el Gobierno Nacional, los gobiernos regionales, el sector privado, academia, sociedad civil y la cooperación internacional.

Se plantea como meta el año 2030 para la aplicación de las estrategias sugeridas.

Conclusiones

Este proyecto aplicado empresarial abarcó el análisis de la capacidad actual de Colombia para alcanzar la meta de 600.000 VE al 2030, enfocados en el segmento de vehículos particulares, identificando los principales factores limitantes y proponiendo recomendaciones estratégicas basadas en el análisis PESTEL y la matriz DOFA desarrollados. Los resultados de este estudio evidencian que conforme a los avances que Colombia ha realizado, es inviable alcanzar dicha meta en un panorama de cinco años.

Lo anterior está soportado al evidenciar que a la fecha no se están cumpliendo los compromisos internacionales que el país ha adquirido, debido principalmente al debilitamiento institucional, la falta de recursos destinados a este propósito y a que la meta de los 600.000 VE carece de un enfoque claro al no discriminar por tipo de segmento. Sin embargo, se recomienda cumplir estos compromisos para mantener el prestigio internacional, evitando una “descertificación ambiental” que bloquee el acceso a financiamiento y, sobre todo, contribuir a mitigar el cambio climático. A esto se suma que al cierre de 2024 solo había 20.122 VE particulares en el país, que corresponde al 3,35% de la meta, haciendo evidente la dificultad de poder alcanzarla.

Con este estudio también se concluye que la infraestructura de carga en Colombia todavía es precaria para tener un cubrimiento robusto a lo largo y ancho de todo el país, por lo cual se recomiendan las alianzas público-privadas para fortalecer la red de electrolíneas en aras de asegurar un servicio adecuado y constante para los usuarios de los VE, así como una ganancia y beneficio para las empresas que hagan parte de estos proyectos.

Otro factor determinante fue el análisis de la dinámica de consumo y las motivaciones de compra de VE por parte de los usuarios, evidenciando que todavía existe una percepción de desconfianza en la compra de este tipo de vehículos por los factores ya mencionados, pese a que los beneficios económicos y arancelarios son muy atractivos. Además, con el análisis del *PIB per cápita* versus el número de vehículos adquiridos por cada mil habitantes, se evidencia que la masificación de VE es por ahora inviable, más aún cuando el costo promedio de estos asciende a \$70 millones de pesos.

Con la ejecución de este análisis se quiere enfatizar que la colaboración entre el Gobierno Nacional, los gobiernos regionales, el sector privado, la academia, la sociedad civil y la cooperación internacional es el elemento fundamental para lograr la meta. Así mismo este Proyecto Aplicado Empresarial proporciona una base para investigaciones futuras orientadas a dimensiones como: identificar los segmentos de vehículos que podrían priorizarse en la electrificación según su impacto en las emisiones de GEI; analizar el impacto ambiental de las baterías de los vehículos eléctricos tras su ciclo de vida; o evaluar el potencial de Colombia en el mercado internacional para el aprovechamiento de baterías y componentes para vehículos eléctricos, evaluar el costo-beneficio de los incentivos focalizados, entre otros aspectos relacionados con la movilidad sostenible.

Referencias

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2023). *Encuesta de Movilidad*.

<https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/sites/observatoriodes.movilidadbogota.gov.co/files/2024-05-29/encuesta/Cartilla%20Encuesta%20de%20Movilidad%202023.pdf>

ANDI. (2021). *Sector automotor será protagonista en la reactivación económica del país*.

ANDI. <https://www.andi.com.co/Home/Noticia/15898-sector-automotor-sera-protagonista-en-l>

Asaad, D. V. L. (2024). *Crece desinterés por los carros eléctricos: ¿por qué la gente extraña los de gasolina?* El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/cultura/gente/crece-desinteres-por-los-carros-electricos-por-que-la-gente-extrana-los-de-gasolina-860221>

Banco Centroamericano de Integración Económica. (2025). *Movilidad Eléctrica*.

Electromovilidad para la región. <https://www.bcie.org/electromovilidad>

Banco Mundial. (2025). World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org>

Catsaros, O. (2024). *Lithium-Ion Battery Pack Prices See Largest Drop Since 2017, Falling to \$115 per Kilowatt-Hour: BloombergNEF*. BloombergNEF.

<https://about.bnef.com/insights/commodities/lithium-ion-battery-pack-prices-see-largest-drop-since-2017-falling-to-115-per-kilowatt-hour-bloombergnef/>

Congreso de Colombia. (2019). Ley 1964 de 2019. Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*. AÑO CLV. N. 51011. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30036636>

CREG, P. (2025). *Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)*. Portal CREG.

<https://creg.gov.co>

EAE Business School Barcelona. (2024). *La importancia del análisis PESTEL en las empresas*.

EAE Business School Barcelona. <https://www.eaebarcelona.com/es/blog/analisis-pestel>

Enel Colombia SA. (2024). *Colombia avanza en infraestructura de recarga para vehículos*

eléctricos. Enel X. <https://www.enelx.com/co/es/historias/infraestructura-de-recarga-de-vehiculos-electricos>

Enel Colombia SA. (2025). *¿Qué son las electrolinerías y cómo funcionan?* Enel X.

<https://www.enelx.com/co/es/historias/que-son-las-electrolineas>

ESIC University. (2023). *Análisis PESTEL: Qué es, cómo hacerlo y ejemplos | ESIC*. ESIC

University. <https://www.esic.edu/rethink/marketing-y-comunicacion/analisis-pestel-que-es-como-hacerlo-ejemplos-c>

FENALCO y ANDI. (2024). *Informe vehículos eléctricos e híbridos a diciembre 2024.pdf*.

https://drive.google.com/file/d/1N1OAeXjoUHp0WpbI5RbbeQAa4G2pPhOI/view?usp=embed_facebook

Fuel. (2024). Tipos de cargadores. La esencia de un eléctrico o híbrido vive en lo profundo de

sus baterías. Pero, ¿Cómo se carga? Esa y muchas más incógnitas resueltas en un solo lugar. *Fuel*, 12(71). <https://fuelcarmagazine.com/>

Gobierno de Colombia. (2020a). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel*

Nacional de Colombia (NDC). <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>

Gobierno de Colombia. (2020b). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel*

Nacional de Colombia (NDC). <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>

Gobierno de Colombia. (2020c). *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica*. Puntoaparte Bookvertising.

IDEAM. (2024). *El Ideam presenta nuevas proyecciones climáticas para Colombia: Escenarios de Cambio Climático al 2100*. IDEAM. <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/noticia/el-ideam-presenta-nuevas-proyecciones-climaticas-para-colombia-escenarios-de-cambio-climatico-al>

IEA. (2024). *Global EV Outlook 2024*. Global EV Outlook 2024.

<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-cars>

IEA. (2025a). *Global Energy Review 2025*. IEA. <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025/electricity>

IEA. (2025b). *Global EV Outlook 2025*. IEA. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025>

International Council on Clean Transportation. (2023). *Zero Emission Vehicles Declaration*.

Zero Emission Vehicles Declaration. <https://acceleratingtozero.org/the-declaration/>

La República. (2025). *En Colombia se comercializan únicamente 3,8 vehículos por cada 1.000 habitantes*. Diario La República. <https://www.larepublica.co/empresas/en-colombia-se-comercializan-unicamente-3-8-vehiculos-por-cada-1-000-habitantes-4069067>

Merlo, G. (2025). *Por qué el transporte de bajas emisiones es clave para América Latina y el Caribe*. UNDP Climate Promise. <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/por-que-el-transporte-de-bajas-emisiones-es-clave-para-america-latina-y-el-caribe>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). COP27 -. *Todo lo que debe saber de la COP27*. <https://www.minambiente.gov.co/cop27/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025). *Huella de Carbono*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

<https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/mitigaci/huella-de-carbono>

Ministerio de Energía Gobierno de Chile. (2025). *Matriz energética*. Ministerio de Energía Gobierno de Chile. <https://www.mienergia.cl/oportunidades-y-beneficios/glosario>

Ministerio de Minas y Energía. (2022). *Eficiencia energética en vehículos livianos nuevos. Análisis de impacto normativo*.

https://www.minenergia.gov.co/documents/9957/05102022_AIN_Normativa_de_EE_veh%C3%ADculos_livianos_OARE_V5.pdf

Mitton, L. (2024). *SWOT vs. PESTEL Analysis: What's The Difference?* Splunk.

https://www.splunk.com/en_us/blog/learn/swot-vs-pestel.html

Moran, M. (s.f.). *Ciudades y Comunidades Sostenibles*. Desarrollo Sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de Paris*.

https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Naciones Unidas. (2023). *Cumbre sobre la Ambición Climática*. United Nations; United Nations.

<https://www.un.org/es/climatechange/climate-ambition-summit>

National Highway Traffic Safety Administration. (2025). *Vehículos Híbridos* [Text]. Vehículos Eléctricos e Híbridos. <https://www.nhtsa.gov/es/seguridad-de-vehiculos/vehiculos-electricos-e-hibridos>

Organización Latinoamericana de Energía. (2024). *Nota Técnica No. 1 Movilidad eléctrica en América Latina y el Caribe Monitoreando al electromovilidad*.

<https://www.olade.org/wp-content/uploads/2024/09/Nota-Tecnica-Movilidad-electrica-en-America-Latina-y-el-Caribe-DEFINITIVA.pdf>

PNUMA Naciones Unidas. (2023). *Progresos en la aplicación de la resolución 4/3 sobre movilidad sostenible Informe de la Directora Ejecutiva.*

<https://documents.un.org/doc/undoc/gen/k23/044/13/pdf/k2304413.pdf>

Thunder Said Energy. (s.f.). *Electric vehicle cost breakdown by component?* Thunder Said Energy. <https://thundersaidenergy.com/downloads/electric-vehicle-cost-breakdown-by-component/>

UN Climate Change. (2025). *UNFCCC*. UN Climate Change. <https://unfccc.int/>

UNDP Climate Promise. (2025). *Transición Energética. ¿Qué es la transición hacia una energía sostenible y por qué es clave para combatir el cambio climático?*

<https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-es-la-transicion-hacia-una-energia-sostenible-y-por-que-es-clave-para-combatir>

UNFCCC. (2022). *Descarbonización*. United Nations. <https://unfccc.int/news/decarbonization-cannot-wait>

UNFCCC. (2025a). *Fossil fuel*. United Nations.

https://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/ghg_inventories/english/8_glossary/Glossary.htm?utm_source=chatgpt.com#F

UNFCCC. (2025b). *Greenhouse gas*. United Nations.

https://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/ghg_inventories/english/8_glossary/Glossary.htm?utm_source=chatgpt.com#G

Universidad de los Andes. (2023). *Matriz DOFA: ¿Qué es y como potencia tus fortalezas?*

Universidad de los Andes. <https://programas.uniandes.edu.co/blog/que-es-una-matriz-dofa-descubre-como-usar-esta-herramienta-para-potenciar-tus-fortalezas>

US Department of Energy. (2021). *Vehículos Eléctricos*. Centro de datos de combustibles

alternativos: definición de vehículo eléctrico (VE). <https://afdc.energy.gov/laws/12660>

Vilches, C. (2024). *Biblioguias: Gestión del Conocimiento (GDC): Módulo 2 - Enfoque holístico*

de la GDC. <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=738015&p=5275991>

Westford. (2016). *SWOT and PESTLE Analysis: Strategic Tools for Business Success*. Westford.

<https://www.mywestford.com/blog/importance-of-swot-and-pestle-analysis-in-organizations/>

World Health Organization. (2025). *Air pollution*. World Health Organization.

https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1