



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ESCUELA DE NEGOCIO Y COMERCIO INTERNACIONAL

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE LICENCIADO EN NEGOCIOS INTERNACIONALES**

**“ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DEL ECUADOR EN MATERIA DE
COMERCIO EXTERIOR CON PERSPECTIVA EN LA DESCARBONIZACIÓN DE LA
MOVILIDAD”**

AUTOR:

LISSET DAYANARA TINOCO TELLO

TUTOR:

PhD. ALFONSINA ANDRADE

IBARRA – ECUADOR

Febrero, 2025

Ibarra, marzo 17 de 2025

CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de integración curricular titulado: “ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DEL ECUADOR EN MATERIA DE COMERCIO EXTERIOR CON PERSPECTIVA EN LA DESCARBONIZACIÓN DE LA MOVILIDAD”, presentado por el estudiante LISSET DAYANARA TINOCO TELLO, con cédula de ciudadanía N° 120747692-8, para obtener el Título de Licenciado en Negocios Internacionales.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN.

6/3/25, 7:06

Turnitin - Informe de Originalidad - Tesis Tinoco

Turnitin Informe de Originalidad	
Procesado el: 05-mar.-2025 09:18 -05 Identificador: 2605971888 Número de palabras: 15367 Entregado: 1	
Índice de similitud 2%	Similitud según fuente Internet Sources: 3% Publicaciones: 2% Trabajos del estudiante: 3%
Tesis Tinoco Por ESTHELA ALFONSINA ANDRADE ORTEGA	

1% match (trabajos de los estudiantes desde 03-jul.-2024) Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE on 2024-07-03
1% match (trabajos de los estudiantes desde 20-ene.-2025) Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE on 2025-01-20
1% match (Internet desde 08-ago.-2024) https://www.reincisol.com/ojs/index.php/reincisol/article/download/212/418
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR ESCUELA DE NEGOCIO Y COMERCIO INTERNACIONAL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADO EN NEGOCIOS INTERNACIONALES "ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DEL ECUADOR EN MATERIA DE COMERCIO EXTERIOR CON PERSPECTIVA EN LA DESCARBONIZACIÓN DE LA MOVILIDAD" AUTOR: LISSET DAYANARA TINOCO TELLO TUTOR: PhD. ALFONSINA ANDRADE IBARRA – ECUADOR Febrero, 2025 Ibarra,

Firmado digitalmente por Alfonsina Andrade
 Fecha: 2025.03.21 16:17:10 -05'00'
 (f): Alfonsina Andrade

PhD. Alfonsina Andrade

TUTOR DE TRABAJO

C.C.: 100215864-8

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:

Alfonsin
a
Andrade
(f):
Firmado digitalmente por Alfonsina Andrade
Fecha: 2025.03.21 16:17:31 -05'00'

PhD. Alfonsina Andrade

C.C.: 100215864-8

Roberto
Tadeo
(f):
Firmado digitalmente por Roberto Tadeo
Fecha: 2025.03.06 09:31:20 -05'00'

Msc. Roberto Tadeo

C.C.: 100170904-5

GABRIELA
ALEXANDR
A HERRERA
ANDRADE
(f):
Firmado digitalmente por GABRIELA ALEXANDRA HERRERA ANDRADE
Fecha: 2024.06.21 18:00:14 -05'00'

Msc. Gabriela Herrera

C.C.: 100255404-4

AUTORÍA

Yo, *Lisset Dayanara Tinoco Tello*, portadora de la cedula de ciudadanía N° 120747692-8, declaro que el presente trabajo de investigación es de total responsabilidad de la autora, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

Lisset
Dayanara
Tinoco Tello

Firmado digitalmente
por Lisset Dayanara
Tinoco Tello
Fecha: 2025.03.21

.....

Lisset Dayanara Tinoco Tello

C.C.: 120747692-8

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el reflejo de un camino de aprendizaje y crecimiento, recorrido con el apoyo incondicional de quienes han sido mi sostén en los momentos más desafiantes. Con profundo agradecimiento, dedico este esfuerzo a mi madre y padre, cuyo amor, valores y ejemplo han guiado cada uno de mis pasos. Su fortaleza y templanza han sido mi mayor inspiración.

A mi pareja, por su paciencia, cariño y respaldo inquebrantable en cada jornada de estudio y redacción. Su comprensión y aliento han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

A mis hermanos y sobrinos, quienes con su amor y alegría han sido un motor constante de motivación. A mi familia política, gracias por su calidez y apoyo; la fortuna de contar con ustedes en este camino es un regalo invaluable.

Extiendo también mi más sincero reconocimiento a mis profesores, quienes con su guía y conocimientos han nutrido mi desarrollo académico y profesional. De manera particular quiero agradecer enormemente a mi asesora de tesis, lectores y director de titulación, su enseñanza ha sido clave para la culminación de esta investigación.

A todos aquellos que, de una u otra manera, han contribuido con su tiempo, conocimiento y palabras de aliento, les extiendo mi más sincero reconocimiento. Este logro no habría sido posible sin ustedes.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	12
2	ESTADO DEL ARTE.....	15
2.1	Descarbonización de la movilidad	15
2.1.1	Cambio climático y emisiones de GEI.....	15
2.1.2	Transporte terrestre	16
2.1.3	Movilidad eléctrica.....	16
2.2	Comercio exterior y política pública.....	17
2.2.1	Política pública.....	18
2.3	Análisis económico del vehículo eléctrico.....	20
2.3.1	Mercado Nacional de vehículos eléctricos	20
2.3.2	Monetización.....	21
2.3.3	Costo total de la propiedad.....	21
2.3.4	Tasa de descuento	22
2.3.5	Costo/beneficio, análisis aplicado a vehículos eléctricos.....	22
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1	Investigación documental.....	24
3.2	Regresión lineal multivariable.....	24
3.3	Construcción de escenarios	27
3.4	Factibilidad Económica.....	29
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1	Descarbonización de la movilidad y comercio exterior	31
4.2	Proyección de ventas de vehículos eléctricos en el Ecuador	38
4.3	Evaluar la factibilidad económica de la adopción de vehículos eléctricos	43
5	CONCLUSIONES.....	48
6	RECOMENDACIONES.....	50
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
8	ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	31
Tabla 2.....	34
Tabla 3.....	40
Tabla 4.....	40
Tabla 5.....	41
Tabla 6.....	43
Tabla 7.....	44
Tabla 8.....	45
Tabla 9.....	45
Tabla 10.....	46
Tabla 11.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	38
Figura 2	42

RESUMEN

El estudio analiza las políticas públicas de comercio exterior de Ecuador enfocadas en la descarbonización de la movilidad, evaluando marcos regulatorios y estrategias de EE.UU., la UE, China y Latinoamérica, así como la normativa ecuatoriana que impulsa la transición hacia la movilidad eléctrica.

Mediante una regresión lineal multivariable, se proyecta el crecimiento del mercado de vehículos eléctricos en Ecuador hasta 2035, considerando el costo del vehículo, infraestructura de carga, autonomía y tiempo de recarga. En un escenario optimista, las ventas podrían alcanzar 32,500 unidades, mientras que en el neutral se estiman 7,500 unidades y en el pesimista, 5,289 unidades.

Además, se evalúa la factibilidad económica de la implementación de vehículos eléctricos en el parque automotor ecuatoriano mediante el Costo Total de Propiedad (TCO). La comparación con vehículos de combustión interna evidencia que los VE reducen los costos operativos en un 20% a largo plazo, principalmente por el menor costo de mantenimiento y energía.

La investigación concluye que la expansión de infraestructura de carga, políticas públicas adecuadas y acceso a incentivos económicos son claves para acelerar la transición a una movilidad sostenible. Asimismo, resalta la importancia del compromiso del Estado, la industria y los usuarios en la transformación del parque automotor ecuatoriano hacia un modelo de movilidad libre de emisiones.

Palabras clave: Movilidad eléctrica, comercio exterior, descarbonización, políticas públicas, Ecuador, Costo Total de Propiedad (TCO), infraestructura de carga, vehículos eléctricos (VE), gases de efecto invernadero (GEI).

ABSTRACT

This study analyzes Ecuador's public policies on foreign trade with a focus on the decarbonization of mobility. It examines the regulatory frameworks and international strategies of key actors such as the United States, the European Union, China, and Latin American countries, as well as Ecuadorian regulations that drive the transition toward sustainable electric mobility.

Through a multivariable linear regression analysis, the study projects the growth of the electric vehicle market in Ecuador until 2035, considering variables such as vehicle cost, charging infrastructure, driving range, and charging time. The results show that, in an optimistic scenario, sales could reach 32,500 units by 2035, while in a neutral scenario, 7,500 units are expected, and in a pessimistic scenario, 5,289 units.

Additionally, the study evaluates the economic feasibility of implementing electric vehicles in Ecuador's light vehicle fleet by calculating the Total Cost of Ownership (TCO). It compares acquisition, maintenance, and energy consumption costs between electric vehicles and internal combustion vehicles, demonstrating that, in the long term, electric vehicles represent approximately a 20% reduction in operating costs.

The research concludes that the adoption of adequate public policies, the expansion of charging infrastructure, and access to economic incentives are key factors in accelerating the transition to sustainable mobility. Furthermore, it highlights the importance of the commitment of the state, industry, and users in transforming Ecuador's automotive sector toward zero-emission mobility.

Keywords: Electric mobility, foreign trade, decarbonization, public policies, Ecuador, Total Cost of Ownership (TCO), charging infrastructure, electric vehicles (EV), greenhouse gases.

1 INTRODUCCIÓN

La descarbonización de la movilidad representa un desafío multisectorial que requiere estrategias y análisis integrales para América Latina y, en particular, para Ecuador. Este enfoque no solo genera beneficios económicos en diversos sectores, sino que también otorga al país una ventaja competitiva clave. A pesar de ser una nación con tradición petrolera, Ecuador enfrenta la realidad de que sus reservas de petróleo son finitas. Sin embargo, cuenta con un recurso estratégico: su abundancia de recursos hídricos, que permiten una producción eléctrica sostenible. Actualmente, la matriz de generación eléctrica del país se compone en un 58,1 % de hidroeléctricas, 38,6 % de plantas térmicas y un 3,3 % proveniente de otras fuentes de energías renovables (Ministerio de Energía y Minas, 2023a). Esta capacidad de generación limpia posiciona a Ecuador como un actor con potencial para liderar la transición hacia un sistema de movilidad descarbonizado, contribuyendo a los objetivos globales de sostenibilidad y aprovechando su estructura energética para impulsar una economía baja en carbono.

Sin embargo, los problemas asociados con la calidad de los combustibles, la calidad del aire y el cambio climático, suponen una transición comercial, tecnológica y económica a un modelo de movilidad sostenible, basado en el transporte alternativo y la movilidad eléctrica. Esta transición tecnológica se considera que será un hecho para el 2035 basado en los compromisos adquiridos en la vigésima sexta conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático 2021 por 8 de los mayores fabricantes de automóviles en el mundo (United Nations, 2021); en este contexto en el Ecuador la Ley de Eficiencia Energética establece incentivos para fomentar el uso de vehículos eléctricos y facilitar su circulación, pudiendo implementarse medidas tales como la excepción a las restricciones de movilidad (Ley Orgánica de Eficiencia Energética, 2019), además en la misma ley se plantea que los vehículos de transporte comercial se deberán sustituir por vehículos eléctricos hasta el año 2034 (Orozco, 2024)

La transición de modelos comerciales y tecnológicos basados en movilidad eléctrica conlleva un análisis multisectorial referente a la adaptación de los usuarios a este tipo de vehículos y los patrones de recarga, así también la industria automotriz entendida como importadores, fabricantes, proveedores de repuestos y servicios, deberán cambiar los modelos de

negocios para lograr evolucionar con los cambios en la tecnología, finalmente esto no podrá ser viable sin la participación del Estado en lo que se refiere a políticas públicas y comerciales.

Con relación a la descarbonización de la movilidad en el Ecuador existen avances en lo referente a la promoción de movilidad eléctrica, sea ha adaptado la resolución del COMEX No 016 – 2019 en la cual se define la reducción arancelaria y vehículos eléctricos, baterías y cargadores, sin embargo, es necesario un análisis profundo, ya que, no se ha analizado el impacto en las finanzas públicas a futuro además de ser necesario la revisión de reglamentos específicos, fin vida útil. Además de los costos y externalidades derivadas de la transición tecnológica y sus efectos en la industria automotriz nacional.

La justificación del proyecto se fundamenta en los objetivos del “Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024 – 2025”, que en el objetivo 7 en el eje de “Infraestructura, Energía y Medio Ambiente” busca el manejo eficiente de los recursos no renovables a través de la implementación de tecnologías que nos permitan optimizar la producción de hidrocarburos, incrementando la capacidad instalada de generación eléctrica, reduciendo las pérdidas energéticas e incrementando la potencia instalada en las subestaciones, incrementar el ahorro de combustibles y reducir la vulnerabilidad al cambio climático (Secretaría Nacional de Planificación, 2024), también busca impulsar un sistema económico con reglas claras que fomente el comercio interior y exterior, turismo, atracción de inversiones y modernización del sistema financiero nacional. La política social de este objetivo busca fortalecer vínculos comerciales con socios y países de mercados potenciales que permitan un libre comercio y la consolidación de exportaciones no petroleras, en este sentido, la descarbonización de la movilidad a través de vehículos eléctricos supone un camino para establecer relaciones comerciales en materia de vehículos eléctricos con potencias mundiales como Estados Unidos de América, Europa, Asia.

En lo que se refiere a la descarbonización de la movilidad es preciso considerar el eje de infraestructura, energía y medio ambiente del “Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024 – 2025”, establece que se debe incentivar por parte del gobierno la inversión en tecnologías limpias, en las que se contemplan, tecnologías de energías renovables, políticas de eficiencia energética, transporte con vehículos eléctricos; esto a través de líneas de créditos (Secretaría Nacional de Planificación, 2024), añadido a lo planteado, el “Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024 – 2025”, también busca conservar, restaurar, proteger y hacer uso sostenible de los

recursos naturales, justificándose así el análisis de costos y externalidades que suponen el uso actual de los recursos fósiles no renovables para el transporte de personas, además de los costos y consecuencias medioambientales que supondrían una transición al uso de vehículos livianos eléctricos y la matriz de generación de energía eléctrica en relación con las metas planteados para el año 2025 en el plan de creación de oportunidades y su perspectiva al 2035.

Con base en estos antecedentes, se plantea analizar las políticas públicas del Ecuador en materia de comercio exterior con perspectiva en la descarbonización de la movilidad, fundamentando la investigación en fuentes oficiales, estudios académicos y normativas nacionales e internacionales, utilizando fuentes del gobierno como el Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025, la Resolución COMEX No. 016-2019, el Decreto Ejecutivo Nro. 238, y el Plan Nacional de Mitigación del Cambio Climático, propósito de identificar las políticas de comercio exterior ecuatorianas relacionadas con la movilidad eléctrica, adicionalmente, se consideran los acuerdos internacionales como el Acuerdo de Paris, las estrategias de la Unión Europea y otros países referentes en movilidad sostenible, finalmente, se analiza la proyección de ventas de vehículos eléctricos en el país mediante una regresión lineal multivariable con el fin de evaluar la factibilidad económica de la adopción de vehículos eléctricos livianos en el parque automotor ecuatoriano.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Descarbonización de la movilidad

2.1.1 *Cambio climático y emisiones de GEI*

Sostenibilidad es un término acuñado en el por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas en el informe Brundtland, también conocido como “Nuestro Futuro Común” en el año 1987. Este informe definió el desarrollo sostenible y promovió la cooperación global para el uso de los recursos naturales, satisfaciendo las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades considerando el ámbito ambiental, económico y social.(Naciones Unidas, 1987)

El cambio climático es el mayor desafío al que nos enfrentamos en nuestra época, de acuerdo con la ONU (United Nations, 2023) se refiere a los cambios surgidos a largo plazo en las temperaturas y patrones climáticos, los cuales desde el siglo XIX se han exacerbado debido a las actividades humanas, dentro de los principales motivos se encuentra la quema de combustibles fósiles los cuales generan gases de efecto invernadero. La quema de combustibles fósiles y el uso desigual e insostenible de la energía y las tierras durante más de un siglo han provocado un calentamiento global de 1,1 °C por encima de los niveles preindustriales (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023)

El dióxido de carbono atmosférico (CO₂) es el gas de efecto invernadero antropogénico más importante que impulsa el cambio climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019). De 2022 a 2023, el promedio anual de CO₂ en la atmósfera superficial global aumentó en 2,3 ppm (Nunez, 2023). El CO₂ se genera principalmente con la quema de combustibles fósiles, y según la NASA es el responsable del calentamiento global ya que atrapa el calor y provoca la subida de la temperatura global (NASA, 2024). En 2019, las emisiones netas de gases de efecto invernadero antropogénicos provinieron en un 34% del sector energético, 24% de la industria, 22% de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, 15% del transporte y 6% de los edificios (Poschmann et al., 2023); en este contexto es necesaria la descarbonización del transporte terrestre como una medida para frenar el cambio climático

El Acuerdo de París en el año 2015 estableció un marco global para limitar el aumento de la temperatura a 1.5 °C respecto a niveles preindustriales, mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Involucra a todos los países en la presentación de contribuciones

determinadas a nivel nacional (NDCs) que se actualizan periódicamente, promoviendo la mitigación, adaptación y financiamiento climático (United Nations Climate Change, 2023).

Con estos antecedentes, un hito importante para la descarbonización de la movilidad fue la Conferencia de las Partes COP26 (2021) en la Cumbre de Cambio Climático de las Naciones Unidas, donde se reforzaron los compromisos ambientales con énfasis en acelerar la descarbonización, reducir progresivamente el uso del carbón y aumentar el financiamiento climático para países en desarrollo. Además, se buscó mayor transparencia y acción global para alcanzar la neutralidad de carbono (United Nations, 2021).

2.1.2 Transporte terrestre y cambio climático

Ecuador es una economía influenciada y muchas veces sostenida por la extracción petrolera para la producción de combustibles fósiles, nuestro país es uno de los principales productores de petróleo en América Latina, con una producción de 188 millones de barriles anuales durante el año 2023 (Repsol, Artículo Técnico, 2023), sus principales reservas se encuentran en la amazonia, que es la región más biodiversa del país, y la explotación de áreas con ecosistemas sensibles genera debates y dudas sobre el débil equilibrio entre el desarrollo económico del país y la conservación ambiental (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

El transporte por carretera es de los sectores más contaminantes a nivel global representa el 70% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero lo que acelera el calentamiento global (España, 2023), dentro de América Latina el sector aporta el 34% de las emisiones de GEI (Navas & Yépez, 2022), por lo tanto, en este sentido la búsqueda de mecanismos para descarbonizar esta actividad es fundamental para las metas de reducción globales.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2021 (COP26), celebrada en Glasgow, Escocia, buscó fortalecer los compromisos globales para limitar el calentamiento global a 1.5 °C. Incluyó acuerdos sobre la reducción de emisiones, el fin gradual del carbón, financiamiento climático para países en desarrollo y metas de carbono neutral para 2050, destacando la urgencia climática global. (United Nations Climate Change, 2021)

Como alternativa a los vehículos que utilizan combustibles fósiles se encuentran los vehículos eléctricos. Estos son vehículos impulsados por motores eléctricos alimentados por baterías recargables o fuentes de energía renovable. Estos vehículos, que incluyen automóviles, autobuses y motocicletas eléctricos, se caracterizan por la ausencia de emisiones directas de

gases de efecto invernadero (GEI), menores niveles de ruido y una mayor eficiencia energética en comparación con los vehículos de combustión interna (International Energy Agency, 2024). Además, su integración en sistemas de transporte sostenible depende del desarrollo de infraestructuras de recarga y el uso de electricidad proveniente de fuentes renovables (International Renewable Energy Agency (International Renewable Energy Agency, 2022)).

Entre las ventajas ambientales de la movilidad eléctrica se encuentra la reducción de la contaminación atmosférica, así como la disminución de la dependencia de combustibles fósiles, contribuyendo a mitigar el cambio climático (World Economic Forum, 2025). En el ámbito económico, los vehículos eléctricos presentan menores costos operativos gracias al ahorro en combustible y mantenimiento (International Renewable Energy Agency, 2022). Socialmente, promueven entornos urbanos más saludables, mejorando la calidad de vida de las personas al reducir los efectos nocivos de la contaminación (International Energy Agency, 2024). Por lo tanto, la movilidad eléctrica se posiciona como un pilar esencial en la transición hacia un transporte sostenible y bajo en carbono. La adopción de la movilidad eléctrica en vehículos livianos en América Latina enfrenta barreras económicas, técnicas, sociales y regulatorias que dificultan la transición hacia una movilidad sostenible. En el ámbito económico, el alto costo inicial de los vehículos eléctricos (VE) sigue siendo una limitación significativa, especialmente por la falta de incentivos económicos y financiamiento accesible en la región (International Energy Agency, 2024).

Adicional a esto, la infraestructura de carga actualmente es insuficiente y está concentrada en zonas urbanas, lo que no permite mayor confianza sobre la autonomía de los vehículos. Socialmente, la falta de conocimiento sobre los beneficios ambientales y económicos de los VE, junto con preocupaciones sobre la durabilidad de la autonomía o los costos de los mantenimientos disminuye la elección del consumidor por en VE (Domínguez et al., 2019). A nivel regulatorio, muchos países carecen de políticas públicas sólidas y coherentes que impulsen la inversión en infraestructura y tecnología. Superar estas barreras requiere marcos normativos integrados, inversión pública – privada en estaciones de carga y campañas educativas (Domínguez et al., 2019; International Energy Agency, 2021)

2.2 Comercio exterior y política pública

El comercio internacional al igual que todas las actividades humanas afecta y se ve afectado por los cambios en el clima (Andrade, comunicación personal). Esto, entre otros factores, ha llevado a que evolucione constantemente y que en las últimas décadas la relación entre las políticas públicas, el comercio exterior y la sostenibilidad ambiental adquiera una importancia creciente en el contexto global (Rodgers, 2009).

La relación entre comercio y medio ambiente ha cobrado especial relevancia debido a la creciente necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero GEI y mitigar el cambio climático (Frohmann et al., 2020). Como se manifestó previamente, los países firmantes, del Acuerdo de París del año 2015, incluidos aquellos en vías de desarrollo como Ecuador, asumieron compromisos para limitar el aumento de la temperatura global, fomentando la transición hacia una economía baja en carbono y sostenible (United Nations Climate Change, 2015). En este contexto, la descarbonización de la movilidad se ha convertido en un elemento clave, dado que el sector transporte en general (no solo el terrestre) es uno de los mayores emisores de CO₂ a nivel global y requiere soluciones que se integren en las políticas de comercio exterior para maximizar sus beneficios ambientales (United Nations, 2021).

El comercio internacional es el mayor medio para la globalización pues, fomenta la transferencia de tecnología y, en los últimos años, fomentando la adopción de tecnologías limpias e innovadoras y la adopción de prácticas sostenibles, facilitando el acceso a energías renovables que promuevan la eficiencia energética mediante el intercambio de conocimiento entre países (Arbache, 2023). En este contexto, para el caso ecuatoriano el “Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024 – 2025” alinea algunos de los objetivos de desarrollo del país con los objetivos de desarrollo sostenible ODS, en estos se enfatiza la importancia de la movilidad sostenible para la reducción de emisiones de GEI en el sector transporte. En este informe se destaca la necesidad de mejorar la productividad y competitividad de los sectores productivos y el comercio exterior, de la mano con esto, la promoción de recursos naturales en la generación de energías renovables (Secretaría Nacional de Planificación, 2024).

2.2.1 Política pública

Las políticas comerciales, cuando están diseñadas para facilitar el acceso a tecnologías limpias y fomentar la innovación en sostenibilidad, pueden generar un círculo virtuoso en el que el crecimiento económico y la reducción de emisiones se refuerzan mutuamente. Desde esta

perspectiva, las políticas ecuatorianas que promuevan la importación y producción de tecnologías de movilidad limpia no solo reducirían las emisiones de carbono en el país (Arias, 2023), sino que también podrían posicionar a Ecuador como un exportador de soluciones verdes a otros mercados en América Latina y más allá. La tendencia mundial en materia de descarbonización en los últimos años se relaciona con la adopción e implementación de vehículos eléctricos en los diferentes modos de transporte (Zhang & Hanaoka, 2021), esto promovido las directrices establecidas en el Acuerdo de París y en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 2021, COP26 de Glasgow, Escocia – Reino Unido.

Sin embargo, los compromisos actuales no son suficientes para reducir las emisiones globales a niveles necesarios para un clima habitable. No obstante, la COP26 sentó nuevas bases para implementar el Acuerdo de París, promoviendo un futuro más sostenible y con bajas emisiones (United Nations, 2021). En Glasgow, los países acordaron reducir gradualmente el uso del carbón y eliminar subsidios ineficientes a combustibles fósiles. Sin embargo, la suavización de términos generó críticas por falta de ambición frente al cambio climático. Más de 30 países, grandes fabricantes y agentes clave se comprometieron a que para 2040, y 2035 en mercados líderes, todas las ventas de vehículos nuevos sean de emisiones cero, acelerando la descarbonización del transporte (United Nations, 2021b).

En lo referente al contexto ecuatoriano relacionado con la descarbonización e implementación de vehículos eléctricos en la flota vehicular de vehículos livianos se han realizado avances en los últimos años desde el 2019 donde mediante resolución del Pleno del Comité de Comercio Exterior COMEX se eliminan los aranceles a la importación de vehículos híbridos y eléctricos (Resolución N° 016-2019, 2019), para uso particular, transporte público y de carga, entre otros, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental y promoviendo la movilidad sustentable (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2019b), de la mano con esto, la Ley Orgánica de Eficiencia Energética, a pesar de que no promueve directamente el uso de vehículos eléctricos, si establece que estos vehículos están exentos de ciertas contribuciones (República del Ecuador, 2021), dado que, en la constitución en el artículo 15 de la sección II, referente a medio ambiente, establece que el estado promoverá en el sector público y privado el uso de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto (República del Ecuador, 2008), ligado a lo anterior, la Ley de Tránsito de Ecuador tiene varias medidas para promover la movilidad eléctrica como: estacionamiento gratuito y creación de redes de

parqueadero en espacios públicos, incentivos para el uso de vehículos eléctricos, instalación de puntos de recarga (Rubio, 2021).

2.3 Análisis económico del vehículo eléctrico

El Costo Total de Propiedad TCO compara vehículos eléctricos y térmicos considerando depreciación, mantenimiento, combustible, impuestos y seguros. Los eléctricos enfrentan barreras como la incertidumbre del mercado de segunda mano (Fortin, 2018a). Además, el transporte genera costos sistémicos y sociales como contaminación, dependencia energética y degradación ambiental, influenciando políticas y sostenibilidad (Fortin, 2018a). El análisis económico de vehículos eléctricos considera la preferencia temporal, inflación y tasas de descuento para evaluar costos y beneficios. Tasas altas favorecen decisiones inmediatas, impactando inversiones sostenibles y beneficios a largo plazo (Fortin, 2018).

2.3.1 Mercado Nacional de vehículos eléctricos

El mercado ecuatoriano de vehículos livianos ha experimentado una contracción en los últimos años. Durante el año 2024, se comercializaron 98.042 unidades (Serrano, 2025), respecto al año 2023, lo que representa una caída 21% en las ventas (AEADE, 2023). Esta tendencia se observa incluso al comparar octubre de 2024 con los últimos cinco años, incluyendo el período de la pandemia (González, 2024). Este descenso se atribuye a diversos factores, no obstante, existe un interés creciente en vehículos híbridos y eléctricos (AEADE, 2023), lo cual podría representar una oportunidad para la descarbonización del sector.

En el sector de vehículos eléctricos las importaciones han ido en aumento, según la página de TradeMap se invirtieron 86, 494,000 miles de dólares en la importación de vehículos eléctricos, principalmente de Japón, China, Corea, Alemania y Estados Unidos (TradeMap, 2024), esto de la mano de la Resolución 016-2019 adoptada el 03 de junio del 2019, en la que se redujo a 0% los aranceles a la importación de vehículos eléctricos para uso particular, transporte de público y transporte de carga, entre otros. Con esta iniciativa el país busca promover la movilidad sustentable (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2019b)

Las ventas se concentran principalmente en vehículos con precios entre USD 16.000 y USD 20.000 (Tapia, 2024), lo que sugiere un mercado sensible al precio. La Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana CINAIE prevé una caída en las ventas de entre el 6% y el 9%

para 2024 en comparación con 2023 (AEADE, 2023; Tapia, 2024). Esta situación plantea desafíos para la adopción de tecnologías más limpias, que suelen tener un costo inicial más elevado. Alineado con la tendencia mundial, el sector automotor ecuatoriano avanza de manera acelerada hacia la racionalización de los recursos energéticos mediante la incorporación de tecnologías que se orientan a la reducción de la huella de carbono (AEADE, 2023, p. 18)

2.3.2 Monetización

La monetización asigna un valor económico a beneficios o costos que no tienen un precio directo en el mercado, como la reducción de emisiones o la contaminación acústica. Este enfoque permite evaluar las ventajas y desafíos económicos de transitar hacia vehículos más limpios, como los eléctricos VE, y fundamentar políticas públicas y decisiones empresariales (Victoria Transport Institute, 2016).

En la descarbonización vehicular, la monetización se utiliza para calcular el valor de los beneficios ambientales y sociales (Fortin, 2018), como la reducción de gases de efecto invernadero GEI, menor contaminación del aire y ahorro en costos de salud pública (International Energy Agency, 2021). Para la contaminación, se evalúan los costos en salud pública, analizando cómo interactúan los contaminantes y sus efectos aislados en la salud, permitiendo determinar con precisión su valor (Fortin, 2018). Por otro lado, también considera costos asociados, como los de baterías, infraestructura de carga y subsidios (International Energy Agency, 2024). Además, permite diseñar regulaciones basadas en precios, como impuestos al carbono o incentivos fiscales para VE, fomentando que quienes contaminan paguen los costos ambientales (Organization for Economic Cooperation and Development, 2019). Este enfoque facilita una transición hacia un transporte sostenible al medir la relación costo-beneficio de la adopción de tecnologías limpias.

2.3.3 Costo total de la propiedad

El Costo Total de Propiedad TCO compara vehículos eléctricos y térmicos considerando costos de depreciación, mantenimiento, combustible, seguros, estacionamiento, baterías e impuestos (Fortin, 2018). Aunque los vehículos eléctricos tienden a tener menores costos operativos, la falta de un mercado de segunda mano genera incertidumbre sobre su valor de reventa. Incentivos como subsidios y exenciones fiscales buscan reducir el TCO de los eléctricos

para hacerlo competitivo (Fortin, 2018). Además, los sistemas de transporte generan costos sociales, como emisiones contaminantes, uso de recursos no renovables y degradación del paisaje (Fortin, 2018). Estos costos deben considerarse junto a los beneficios industriales, como empleo y desarrollo de la industria de baterías.

2.3.4 Tasa de descuento

La tasa de descuento es clave en análisis costo-beneficio para la electrificación vehicular, ya que define el valor presente de futuros impactos económicos (Fortin, 2018). Una tasa baja asigna mayor valor a impactos futuros, alineándose mejor con los efectos del cambio climático (Fortin, 2018). Además, la electrificación ofrece beneficios no siempre monetizados, como la flexibilidad frente a crisis climáticas o económicas (International Energy Agency, 2021), reducción de dependencia energética y cambios en ingresos fiscales. Aunque la monetización simplifica decisiones, algunos aspectos requieren interpretación cualitativa para políticas efectivas (Fortin, 2018).

2.3.5 Costo/beneficio, análisis aplicado a vehículos eléctricos

El cambio de la matriz de producción de vehículos de combustión a vehículos eléctricos presenta varios retos, tanto para el sector industrial como al gobierno, los principales desafíos incluyen el alto costo inicial de producción de los vehículos eléctricos, la inexistente infraestructura de recarga, y la reticencia del mercado a comprar vehículos eléctricos de segunda mano. Además, la dependencia de materiales como el litio y el cobalto para las baterías genera incertidumbre en cuanto a la sostenibilidad y la competencia por recursos.

- Costo inicial elevado: Los vehículos eléctricos tienden a tener un costo inicial más alto en comparación con los vehículos tradicionales de combustión interna (AEADE, 2023). Esto puede ser un obstáculo para su adopción masiva, especialmente en economías en desarrollo (Fortin, 2018).

- Infraestructura de carga: La falta de una red de carga adecuada es un desafío significativo para la adopción generalizada de vehículos eléctricos (Quiñónez Guagua et al., 2024). Esto afecta tanto a la industria como a las finanzas públicas, ya que se requiere inversión en infraestructura.

- **Producción de baterías:** La producción de baterías, crucial para los vehículos eléctricos, implica la extracción de materiales raros y críticos, lo que plantea problemas ambientales y de costos (Moreno Viera, 2023). Además, el reciclaje y la gestión de baterías al final de su vida útil también representan desafíos para la industria.

- **Impacto en las finanzas públicas:** Con la transición a vehículos eléctricos, los ingresos por impuestos a los combustibles pueden disminuir significativamente, afectando las finanzas públicas (Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2023). Esto requiere la búsqueda de nuevas fuentes de ingresos para mantener la infraestructura de transporte.

- **Desigualdad regional:** La adopción desigual de vehículos eléctricos entre diferentes regiones, especialmente en países en desarrollo, puede generar desigualdades en la calidad de vida y accesibilidad a la movilidad sostenible (Moreno Viera, 2023).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a la naturaleza de la investigación planteada se consideró que un enfoque mixto, estudio cualitativo y cuantitativo, era el enfoque más adecuado para el cumplimiento de los objetivos trazados, debido a la complejidad y naturaleza multidimensional del estudio propuesto. El enfoque mixto nos permitió enfocarnos en la interpretación profunda de las realidades y discursos asociados al contexto mundial y, sobre todo, en la realidad ecuatoriana.

3.1 Investigación documental

En primera instancia se realizó una recopilación de la información concerniente a las políticas mundiales y nacionales desarrolladas en pro de alcanzar una movilidad descarbonizada, recordando que uno de los principales objetivos en la lucha contra el cambio climático es justamente la descarbonización, dado que a este sector le corresponde el 24% de emisiones de CO₂ a nivel global. Para desarrollar esta investigación se tomó como referencias distintas fuentes como, La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la legislación “Objetivo 55” de La Comisión Europea que busca alcanzar los objetivos climáticos propuestos para el año 2030, en la misma línea, el “The Bipartisan Infrastructure Law” de los Estados Unidos de América en el cual se plantean políticas efectivas para alcanzar una movilidad 100% eléctrica impulsando los sectores productivos del país.

A nivel nacional la recolección de información se obtuvo de distintas fuentes oficiales como: La Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador AEADE, Ley Orgánica de Eficiencia Energética, Comité de Comercio Exterior COMEX, el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, repositorios digitales, entre otros. Esto para obtener información acerca de las condiciones de importación, los aranceles, la cuota de mercado para vehículos eléctricos livianos y las tendencias de los fabricantes de vehículos eléctricos que tienen mercado en Ecuador.

3.2 Regresión lineal multivariable

Para la proyección de las ventas de vehículos al año 2035 se consideraron distintas variables independientes del ámbito ecuatoriano como: costo de los vehículos eléctricos, precio del combustible, disponibilidad de puntos de carga, reducción de la contaminación auditiva,

subsidios fiscales, tiempo de recarga, refuerzo de la red eléctrica, autonomía, seguridad, costos de las baterías, mantenimiento, aceptación de la tecnología, conciencia ambiental, adaptación a los patrones de carga. De estas variables consideradas se tomaron las más relevantes para la investigación propuesta.

El estudio se llevó a cabo con el propósito de estimar el comportamiento futuro del mercado de vehículos eléctricos en el Ecuador, en relación con las directrices de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética y las tendencias globales reportadas por la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023). Se consideró relevante construir escenarios de adopción que contemplaran tanto factores tecnológicos como económicos y sociales, lo que permitió visualizar cómo distintas combinaciones de supuestos podían repercutir en la transición hacia una movilidad más limpia (BCE, 2021). Estos escenarios se explican en el apartado 3.3

La información primaria se obtuvo de registros institucionales y bases de datos oficiales. Se recopiló estadísticas históricas de ventas de vehículos (eléctricos y de combustión interna) del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y del Banco Central del Ecuador (BCE). Asimismo, se utilizó información sobre costos de adquisición, infraestructura de carga y condiciones macroeconómicas proporcionada por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR).

Para asegurar la consistencia, se realizó un proceso de depuración que incluyó la detección y eliminación de valores no representativos, además de la estandarización de formatos de datos. Se armonizaron los registros de diferentes fuentes en un periodo de análisis que cubrió los años en los que se contó con mayor confiabilidad estadística en las ventas de VE.

Inicialmente, se identificaron diversas variables potenciales que podían influir en la adopción de vehículos eléctricos, siendo estos factores económicos, tecnológicos y socioculturales. Posteriormente, se filtró la información basándose en la evidencia bibliográfica proveniente de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, la Alcaldía de Guayaquil, el COMEX, entre otras fuentes y páginas de expertos del sector automotriz y de movilidad sostenible. Dicho análisis permitió focalizar la atención en las siguientes variables de mayor impacto, mostradas en la tabla 1.

Tabla 1

Descripción de las variables utilizadas en la regresión lineal multivariable

VARIABLES	DESCRIPCIÓN
Infraestructura de carga	La disponibilidad de estaciones de recarga se percibió como un factor crítico para reducir la ansiedad por autonomía. Investigaciones como la del Banco Interamericano de Desarrollo han evidenciado que una mayor red de carga se relaciona con el crecimiento del mercado de VE (Lieven, 2015; Orellana, 2022)
Costo del vehículo	Se consideró que un menor costo de adquisición podía incrementar la probabilidad de compra de VE, considerando que este es uno de los factores más influyentes en la decisión de compra, esta variable está respaldada por el Global EV Outlook, que, en su investigación se demuestra que una reducción en los costos de adquisición genera un impulso en la adopción de VE (International Energy Agency, 2023)
Autonomía	Se incluyó la distancia que el vehículo podía recorrer con una carga completa, la autonomía influye en la percepción de confiabilidad y satisfacción del usuario, por este motivo es un elemento decisivo en la elección de un VE (International Energy Agency, 2023)
Tiempo de carga	Se valoró la rapidez con la que las baterías podían recargarse, ya que se ha demostrado que es un factor que influía en la conveniencia de uso, ya que facilita su uso en condiciones reales de movilidad (International Energy Agency, 2022)

Elaboración propia

Estas variables se seleccionaron por su relevancia teórica en la literatura sobre adopción de vehículos eléctricos y por su alta correlación con la decisión de compra observada en el mercado ecuatoriano.

Las variables que se estudiaron están respaldadas por investigaciones previas sobre movilidad eléctrica y adopción tecnológica, con información confiable y consistente en el tiempo. Para su selección, se realizó un análisis de regresión múltiple, evaluando el coeficiente de correlación múltiple R y el coeficiente de determinación R^2 , priorizando aquellas variables que mostraron una fuerte relación explicativa con la variable dependiente. Se consideraron únicamente variables con un R^2 superior a 0.7, asegurando que al menos el 70% de la variabilidad de la variable dependiente fuera explicada por el modelo.

Con el fin de describir la probabilidad de adopción de VE, se utilizó un modelo de regresión logística multivariable. Esta aproximación resultó adecuada para modelar fenómenos de adopción tecnológica (Rodrigo, 2016).

La regresión lineal múltiple permitió generar un modelo lineal en el que el valor de la variable dependiente o respuesta (y) se determina a partir de un conjunto de variables independientes (x), estas reciben el nombre de predictoras.

El modelo de regresión lineal múltiple se empleó para predecir el valor de la variable dependiente (y) o para evaluar la influencia que tienen los predictores (x) sobre la variable dependiente.

La ecuación se definió de la siguiente forma:

$$y = b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot 4$$

Donde:

Y_t : Ventas proyectadas de VE en el año t . (variable dependiente)

x : Variables independientes

b : Coeficientes de regresión.

Los coeficientes de cada variable (costo, infraestructura, autonomía y tiempo de carga) se estimaron mediante la técnica de máxima verosimilitud, tomando en cuenta los datos históricos y los criterios de expertos. Para validar el modelo, se emplearon técnicas de muestreo, y se obtuvo una precisión aproximada del 81,5% entre la variable dependiente y las variables independientes. Este resultado sugirió que la regresión logística multivariable tuvo un desempeño satisfactorio al explicar los factores que influían en la adopción de VE.

3.3 Construcción de escenarios

Se consideraron tres perspectivas para el crecimiento del parque vehicular eléctrico para proyectar las ventas de VE hasta el año 2035. Cada escenario fue definido por distintos valores según la influencia determinada por las correlaciones de las variables con alta correlación, de además de consideraciones específicas sobre costos y disponibilidad de infraestructura basándose en la tasa de crecimiento del parque automotor de vehículos eléctricos. Las variables por considerar fueron:

- i. *Crecimiento de la infraestructura de carga*: el criterio de la infraestructura tiene una correlación alta de este modo se definen tres escenarios de adopción: optimista, neutral y

pesimista. Estos escenarios se fundamentan en la tasa de crecimiento de infraestructura de carga en América Latina y el Caribe, así como en las recomendaciones de la International Energy Agency (IEA) respecto al desarrollo necesario para garantizar la transición hacia una movilidad eléctrica sostenible.

ii.

Tabla 2

Criterios utilizados en los escenarios de crecimiento de infraestructura de carga

Escenario	Criterio
Optimista 40%	Este porcentaje de adopción se aplica a países con políticas avanzadas en electromovilidad y fuerte inversión en infraestructura de carga, como Brasil, México y Costa Rica. Brasil.
Neutral 20%	Basado en la recomendación de la IEA, que establece que, para sostener un crecimiento estable del mercado de vehículos eléctricos, es necesario un aumento de al menos 20% anual en la infraestructura de carga.
Pesimista 15%	Aplicado a países con barreras regulatorias débiles, falta de incentivos y menor inversión en infraestructura de carga, como Argentina, Perú y Colombia.

Elaboración propia

- iii. *Costo de adquisición:* Dado su impacto directo en la decisión de compra de los consumidores, se consideró que, a lo largo del período de análisis, los VE mantendrán un precio superior a los vehículos de combustión interna, aunque con una tendencia a la reducción progresiva, para los tres escenarios debido a mejoras tecnológicas y economías de escala en la producción de baterías y vehículos eléctricos.
- iv. *Autonomía:* Para los tres casos se definió una autonomía en uso regular, basado en el rendimiento esperado por la industria para los vehículos del segmento B, a partir de la investigación de la autonomía actual y futura de los vehículos, en concordancia con la compatibilidad de viajes usuales en el Ecuador, considerando que la autonomía depende del tamaño de la batería lo que añade peso y aumenta los costos de fabricación.
- v. *Tiempo de recarga:* Un factor técnico vinculado a la infraestructura de carga y a la tecnología de baterías de los vehículos eléctricos (VE). Para el análisis, se consideraron

los tiempos de carga rápida en las electrolinerías disponibles en la región, sin variaciones entre los escenarios, ya que este aspecto está condicionado por limitaciones tecnológicas y la disponibilidad de estaciones de carga, sin ser un factor determinante en la adopción de VE. A diferencia de otras variables, como el costo de adquisición o la infraestructura de carga, el tiempo de recarga no muestra diferencias significativas entre los escenarios. Esto se debe a que depende directamente de la tecnología de baterías y los sistemas de carga rápida disponibles, cuyos tiempos se mantienen relativamente estables en distintos mercados. Además, las mejoras en la red de electrolinerías no influyen en la velocidad de carga, sino en la facilidad de acceso a estas estaciones. Estudios previos han demostrado que la autonomía del vehículo y su costo son factores más determinantes en la decisión de compra que el tiempo de carga en sí mismo.

Para la selección de la tasa de crecimiento en los escenarios optimista y pesimista se utilizaron criterios basados en la investigación bibliográfica realizada para el desarrollo de la investigación, en el escenario optimista se consideraron países como Brasil, México y Costa Rica que han sido consistentes en la implementación de políticas que favorecen la adopción de vehículos eléctricos con mayores y tienen mayores porcentajes de adopción tecnológica que aunado a diversos factores los posicionan como referentes en movilidad eléctrica, a diferencia de países como Colombia, Perú y Argentina en los que la implementación de políticas públicas, inversión pública y privada y condiciones de generación eléctrica no les permite posicionarse como un referente en movilidad sostenible. Debido a una combinación de desafíos económicos, de infraestructura y regulatorios, los cuales limitan su adopción y expansión en el país. Tales como, altos costo de adquisición de vehículos eléctricos frente a vehículos de combustión interna, limitada oferta de modelos de vehículos eléctricos (Arrovaye, 2024). Existe una insuficiente red de carga para VE y eso representa un grave obstáculo para la adopción masiva de esta tecnología, el costo de la recarga de VE ha incrementado un 43% (Cartagena, 2024) lo que ha representado una disminución en la adopción de estos vehículos. la aplicación ha sido deficiente y no existen regulaciones claras y consistentes, lo que ha generado incertidumbre entre los usuarios y los fabricantes (Carroya, 2023).

3.4 Factibilidad Económica

Para la evaluación de la factibilidad económica de la implementación de vehículos eléctricos se realizó el Costo Total de Propiedad TCO donde se analizó dos vehículos del segmento comercial B para los cuales se consideró el tamaño, especificaciones técnicas y rendimiento entre un vehículo eléctrico y un vehículo de combustión interna, aquí se consideró el costo de adquisición, mantenimiento, seguro, combustible/electricidad, e impuestos.

Adicionalmente se valoró la inversión en infraestructura necesaria para la implementación de vehículos eléctricos en el parque automotor del país, para esto se estimó la inversión, realizada por la alcaldía de Guayaquil, en la primera electrolinería del país en la que cuentan con 20 puntos de carga, estos valores se proyectaron al año 2035 tomando como referencia el escenario neutral.

También se contemplaron cómo las medidas tomadas por el gobierno, en cuanto a la imposición de aranceles e impuestos, representan para de importaciones y ventas de los vehículos eléctricos considerando que la proyección resultante se convierta en un segmento competitivo para los fabricantes y sostenible para la economía del gobierno.

Y para finalizar, en el cálculo de las emisiones evitadas por la implementación de electromovilidad en reemplazo de los vehículos de combustión interna se consideraron los datos de la Environmental Protection Agency (EPA) que en su publicación de “Greenhouse gas emissions” expresa que las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de un vehículo de combustión interna son 8,887 gramos CO₂/galón (EPA, 2018)

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descarbonización de la movilidad y comercio exterior

En solución al primer objetivo en el que se plantea identificar las políticas públicas de comercio exterior que sostengan o impulsen la movilidad eléctrica en el país, se realiza un recorrido de las principales políticas públicas empleadas por los principales países exportadores de esta tecnología como, las Naciones Unidas, Europa y Estados Unidos, a partir de ahí realizo un repaso por las políticas públicas ecuatorianas. En la tabla 3 se presenta un panorama general de las principales políticas públicas de comercio exterior que a nivel mundial se han implementado o se consideran en miras de alcanzar la descarbonización de la movilidad y reducir las emisiones de CO₂

Tabla 3

Contexto global de la legislación para la descarbonización de la movilidad

País / Región	Legislación	Acuerdos Internacionales
Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> - The Bipartisan Infrastructure Law. - Inflation Reduction Act – IRA - Acuerdo de Paris. 	Acuerdo de París
Europa	<ul style="list-style-type: none"> - Reglamento (UE) 2019/631 - European Green Deal. - Normas de emisiones EURO 7. 	Acuerdo de París Objetivo 55
China	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de desarrollo de la industria de vehículos de Nueva Energía. - Estándares de emisiones y cuotas de producción. 	Acuerdo de París Iniciativa de la Franja y la Ruta (BRI)
América Latina	<ul style="list-style-type: none"> - Costa Rica: Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico. - Chile: Estrategia Nacional de Electromovilidad. - Colombia: Ley 1964 – 2019. 	Acuerdo de París

- México: Estrategia Nacional
de Movilidad Eléctrica.

Fuente: (Bipartisan Infrastructure Law, 2021; Consejo de la Unión Europea, 2024; United Nations Climate Change, 2015).
Elaboración propia

Estados Unidos: The Bipartisan Infrastructure Law: Esta ley contempla la inversión de 7 billones de dólares en construir una red de infraestructura de carga de vehículos eléctricos (electrolíneas) promoviendo el cambio a movilidad eléctrica.

Adicionalmente, en esta ley existe inversiones específicas para el cambio del transporte pesado y público y escolar de combustión a transporte eléctrico (Bipartisan Infrastructure Law, 2021).

Inflation Reduction Act – IRA: Es la inversión más significativa en energías limpias de EEUU., esta ley incluye incentivos fiscales para la compra de vehículos eléctricos nuevos y usados y desarrollo líneas de crédito fiscales, para fabricantes de vehículos sin límite de fabricación (Marshall, 2025).

Además de leyes federales, varios estados han implementado políticas para la implementación de vehículos eléctricos, un ejemplo es el estado de California en el que se han establecido mandatos para que a partir del año 2035 todos los vehículos vendidos en el estado sean 0 emisiones (Marshall, 2025).

Europa: Reglamento (UE) 2019/631: Este reglamento establece estándares de emisiones de CO₂ para automóviles y furgonetas nuevos, fija objetivos de reducción de emisiones 2025 y 2030 e incentiva la producción de vehículos 0 emisiones y eficientes (Parlamento Europeo, 2022).

European Green Deal: Estrategia integral que busca alcanzar la neutralidad climática en el año 2050, transformando la economía de la Unión Europea, este pacto incluye medidas específicas para lograr la descarbonización del transporte adoptando vehículos de emisiones 0 e invirtiendo en infraestructura de recarga de estos vehículos (Comisión Europea, 2020).

Normas de emisiones EURO 7: La comisión europea actualiza las normas europeas con el objetivo de que sean más estrictas con las emisiones contaminantes y de esta manera apoyar la transición a una movilidad limpia (Comisión Europea, 2020).

Acuerdo de París: A pesar de ser un acuerdo global la Unión Europea es la más comprometida, ha establecido compromisos fuertes y firmes para reducir considerablemente sus

emisiones de GEI, este acuerdo sirve como guía para las políticas europeas implementadas para la descarbonización de la movilidad (United Nations, 2021b).

Objetivo 55: Es un conjunto de propuestas legislativas que tienen el objetivo de reducir las emisiones netas de GEI, a comparación del año 1990, en al menos un 55% para el año 2030 (Consejo de la Unión Europea, 2024).

China: Plan de Desarrollo de la Industria de Vehículos de Nueva Energía 2021-2035: Este plan establece objetivos para aumentar las ventas de vehículos nuevos al 20% para 2025 y mejorar la tecnología de baterías y la infraestructura de carga (Zhang & Hanaoka, 2021).

Subsidios y exenciones fiscales: El país ha ofrecido subsidios directos y exenciones fiscales para la compra de vehículos eléctricos (Climate & Clean Air Coalition, 2018).

Estándares de emisiones y cuotas de producción: Ha establecido cuotas que requieren que los fabricantes produzcan un cierto porcentaje de vehículos eléctricos, incentivando la transición hacia la movilidad eléctrica (Climate & Clean Air Coalition, 2018).

Acuerdo de París: En este acuerdo global China se comprometió a reducir sus emisiones de GEI, para el año 2030 y para el año 2060 haber alcanzado la neutralidad de carbono (United Nations Climate Change, 2015).

Iniciativa de la Franja y la Ruta (BRI): Aunque principalmente es una estrategia de desarrollo e inversión, también incorpora componentes ambientales en los que busca el beneficio común de sus participante y, de la mano con esto, exportar el excedente industrial que tiene la nación y con eso beneficiar otros países (Simonov & Withanage, 2019).

América Latina:

Costa Rica: Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico: Esta legislación busca incentivar el transporte eléctrico, público y privado, para esto ofrece incentivos económicos y acceso a créditos para la adopción de esta tecnología (ONU, 2018).

Chile: Estrategia Nacional de Electromovilidad: En miras de alcanzar el objetivo de tener un 40% de transporte público y el 100% de venta de vehículos livianos con cero emisiones para el año 2050, Chile lanzo esta estrategia para logrando, uno de los primeros pasos fue la introducción de 200 buses eléctricos en la capital del país (ONU, 2018).

Colombia: Ley 1964 – 2019: En esta ley se promueve el uso de vehículos eléctricos en el país, para esto establece incentivos como extinguir el pago de impuesto a la circulación de estos

vehículos, descuentos en los peajes y, adicional a esto, obliga a las instituciones públicas a que el 30% de los vehículos de su flota sean eléctricos (Congreso de Colombia, 2019).

México: Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica: Este país ha implementado como estrategia los incentivos fiscales a la compra de vehículos eléctricos y la creación de infraestructura de carga, con esto busca promover el uso de tecnologías limpias. En la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, se espera que para el 2030 al menos 10 de las principales ciudades mexicanas cuenten con transporte eléctrico (Hernández & Paulino, 2023).

Acuerdo de París: Los países de América Latina están comprometidos con las acciones necesarias para limitar el calentamiento global, las naciones incluyen en sus NDC estrategias específicas para, entre otras soluciones, adoptar la movilidad sostenible (United Nations, 2021).

Tabla 4

Contexto nacional de la legislación para la descarbonización de la movilidad.

País	Legislación	Acuerdos Internacionales
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> - Decreto Ejecutivo Nro. 238. - Programa Ecuador Carbono Cero. - Plan Nacional de Mitigación del Cambio Climático. - Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional. - Estudio de Análisis y Prospectiva de la Electromovilidad en Ecuador y el Mix Energético al 2030. - Política Nacional de Movilidad Sostenible 2023 – 2030. 	<ul style="list-style-type: none"> - Acuerdo de París. - Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde en Ecuador. - Plan de Transición Energética de las Islas Galápagos.

Elaboración propia

Ecuador: Decreto Ejecutivo Nro. 238: Aquí se establecen las políticas públicas para el desarrollo del sistema de recarga de vehículos eléctricos, este decreto busca fortalecer la implementación de movilidad descarbonizada y responsabilidad ambiental, mediante la implementación y fortalecimiento de la infraestructura necesaria.

Programa Ecuador Carbono Cero: Este es un esquema transparente y verificable que tiene por objetivo incentivar acciones contra el cambio climático. Este esquema permite a las organizaciones reportar sus compromisos y acceder a incentivos mediante la reducción y

neutralización de sus emisiones de GEI (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Plan Nacional de Mitigación del Cambio Climático: Son estrategias a largo plazo que buscan reducir las emisiones en diversos sectores, incluido el transporte, promueve la movilidad sostenible y la adopción de tecnologías limpias (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024).

Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional: En la NDC presentada Ecuador propone acciones de reducción de emisiones de GEI, específicamente Ecuador se compromete a tener una reducción del 8% de sus emisiones de GEI hasta el año 2035 y para esto propone fomentar la movilidad sostenible para todos los tipos de transporte (Republica del Ecuador, 2025).

Estudio de Análisis y Prospectiva de la Electromovilidad en Ecuador y el Mix Energético al 2030: Este estudio analiza la situación de electromovilidad y establece predicciones al año 2030, considerando el marco legal y las políticas vigentes para impulsar la movilidad eléctrica en el país (Instituto de Investigación Geológico y Energético & Quintana, 2024).

Acuerdo de París: Ecuador es parte de este acuerdo global y en sus NDC el país a establecido metas para la descarbonización del transporte e incluye como objetivo la movilidad eléctrica (United Nations, 2021a).

Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde en Ecuador: Esta hoja de ruta fue presentada por el Ministerio de Energía y recursos Naturales no Renovables en la que se busca impulsar la producción de hidrogeno verde como energía sostenible, de esta manera se busca complementar la descarbonización del transporte y promover el cambio a tecnologías limpias (Ministerio de Energía y Minas, 2023b).

Plan de Transición Energética de las Islas Galápagos: Este plan tiene como objetivo la reducción significativa del uso de combustibles fósiles en el archipiélago para el año 2050. En este plan se incluyen programas de eficiencia energética y movilidad eléctrica (Ministerio de Energía y Minas, 2023c).

Política Nacional de Movilidad Sostenible 2023 – 2030: Aquí se enmarca la agenda 2030 y se establecen directrices para alcanzar las metas orientadas al desarrollo de la movilidad urbana sostenible en el país, esta política se relacionas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como energía asequible y no contaminante (ODS 7), industria, innovación e infraestructura (ODS 9),

ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11) y acción por el clima (ODS 13) (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023).

De esta búsqueda se desprende el análisis mostrado en la tabla 5 donde se analiza el desarrollo de la movilidad eléctrica en América Latina basado en las políticas públicas y tributarias, el avance de la movilidad eléctrica se encuentra en diferentes niveles de avances dependiendo de los incentivos implementados por cada país. Ecuador se posiciona como un país con uno de los marcos regulatorios más completos de la región (Kerrigan, 2022), ya que ha implementado incentivos fiscales y beneficios económicos que contribuyen a la transición, sin embargo al comparar la situación ecuatoriana con países como Chile y Costa Rica aun quedan aspectos por fortalecer su estrategia de adopción de vehículos eléctricos.

Ecuador ha adoptado un enfoque integral para reducir los costos de adquisición de VE, total exención de aranceles de importación, pago del IVA y el ICE (Mobility Portal, 2024), lo que representa una ventaja significativa para adopción de este tipo de movilidad. En comparación con países como Chile, Colombia y Costa Rica han implementado medidas similares, mientras que en Argentina, Brasil, Paraguay y México los incentivos fiscales son limitados o inexistentes.

El descuento en matrícula, propiedad y circulación es otro factor clave en Ecuador, al igual que en otros países de la región. En estos países, se han implementado reducciones en impuestos vehiculares y tasas municipales, esto incentiva la compra de vehículos eléctricos. En contraste, Argentina, Brasil, Paraguay y México carecen de este tipo de incentivos, lo que incrementa el costo de tenencia de un vehículo eléctrico en comparación con uno de combustión.

Uno de los factores más relevantes para el éxito de la movilidad eléctrica es el costo de la recarga. Ecuador ha implementado tarifas preferenciales en energía eléctrica, lo que reduce los costos operativos de los vehículos eléctricos y refuerza su competitividad frente a los autos de combustión. Otros países de la región han implementado medidas similares, permitiendo que los propietarios de vehículos eléctricos accedan a tarifas reducidas en horarios nocturnos o a planes de consumo especial.

Ecuador ha implementado facilidades adicionales para los propietarios de vehículos eléctricos, como la circulación preferencial, eximiéndolos de ciertas restricciones vehiculares, lo que facilita su uso en zonas urbanas. Sin embargo, en términos de zonas de parqueo preferencial,

Ecuador aún no ha desarrollado un marco normativo como el de Costa Rica, que exime a los vehículos eléctricos del pago en parquímetros o establece estacionamientos exclusivos.

En lo que respecta al transporte eléctrico público, Ecuador ha dado pasos importantes con la implementación de buses eléctricos en ciudades como Quito y Guayaquil. Sin embargo, países como Chile y Colombia han avanzado significativamente en este ámbito, con una flota de buses eléctricos en constante expansión. Chile, por ejemplo, cuenta con más de 2.500 buses eléctricos en Santiago (Chávez Bravo, 2024), convirtiéndose en un referente regional. Ecuador deberá fortalecer sus políticas de movilidad sostenible en el transporte público para igualar estos avances y garantizar una transición eficiente hacia la electromovilidad (Viscidi, 2022).

Tabla 5

Comparativa de políticas públicas para la descarbonización de la movilidad en América Latina

	Ecuador	Argentina	Uruguay	Brasil	Paraguay	Chile	Colombia	Costa Rica	México
Tarifas de descuento (aranceles)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Descuento IVA	x		x		x	x	x	x	
Descuento de impuestos internos (ICE)	x							x	
Descuento en matrícula, propiedad y circulación	x		x	x		x	x	x	x
Tarifa preferencial en energía eléctrica	x		x			x	x	x	x
Circulación preferencial	x						x	x	
Zonas de parqueo preferencial								x	
Transporte eléctrico de pasajeros	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: (Quirós-Tortós et al., 2019)
Elaboración propia

El análisis evidencia que los países con mayores incentivos fiscales, como exenciones de aranceles e IVA, presentan una mayor tasa de adopción de vehículos eléctricos. Además, políticas robustas de electrificación, como tarifas preferenciales de energía y descuentos en matrícula, fomentan la transición tecnológica. La expansión de infraestructura de carga y el fortalecimiento de la red eléctrica son factores determinantes, pues reducen la "ansiedad por autonomía" y facilitan la integración de la movilidad eléctrica, garantizando su crecimiento

sostenible en el tiempo. Adicional a lo anterior, en la investigación se encontró que los países con mayores políticas enfocadas hacia la descarbonización de la movilidad han experimentado un crecimiento constante en la venta de vehículos eléctricos, aunado a esto, Ecuador experimento un crecimiento considerable en la venta de vehículos eléctricos que fueron de 103 vehículos eléctricos en el año 2019 y llegaron a 438 vehículos vendidos en el año 2022, esto desde la adopción de la Resolución N° 016 – 2019 del COMEX.

4.2 Proyección de ventas de vehículos eléctricos en el Ecuador

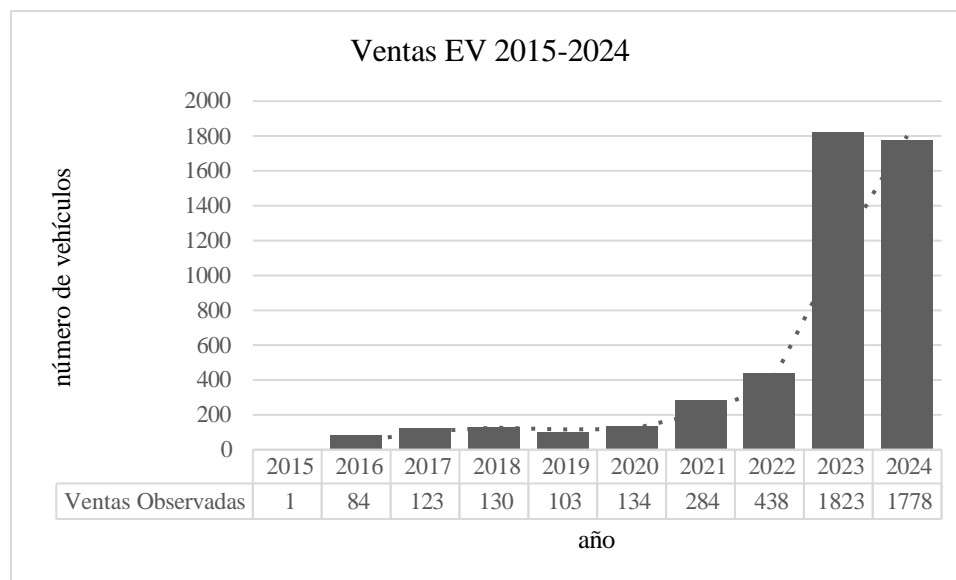
El mercado de vehículos eléctricos en el Ecuador desde el año 2015 ha experimentado un crecimiento relacionado con la electromovilidad y a partir del 2019 se establecen políticas en materia de descarbonización junto a los incentivos fiscales implementados por el gobierno para esta tecnología como, las baterías, cargadores, según los establecido en la resolución del COMEX No. 016-2019 adoptada el 03 de junio de 2019 (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2019a); desde el año 2019 Ecuador se ha enfrentado a un proceso de reducción de los subsidios a los combustibles a los vehículos privados y transporte comercial, esto supondría un beneficio para la movilidad eléctrica ya que los costos por kWh son reducidos comparados con otros países de la región y del mundo, esto gracias a los beneficios hídricos del país.

Ecuador en América Latina es uno de los países que ha experimentado uno de los mayores crecimientos en este segmento debido a las políticas ambientales y a la generación eléctrica ya que está en su mayoría es renovable, este tipo de energía es necesaria para lograr una verdadera descarbonización de la movilidad; esto debido a que, en la etapa de uso, uno de los mayores generadores de GEI es la energía eléctrica.

Para el modelado de la proyección de ventas se utilizó datos históricos de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador y del INEC, estos reflejan que desde el 2015 hasta el 2024 se han vendido 4.898 vehículos eléctricos, como se muestra en la figura 1; esto acentuado por los recientes cambios en la extinción de los subsidios al combustible.

Figura 1

Ventas de Vehículos Eléctricos en el Ecuador



Fuente: (AEADE, 2023)
Elaboración propia

A partir del análisis bibliográfico se consideraron que existen factores directos e indirectos relacionados con la adopción de la tecnología de vehículos eléctricos en el país considerando principalmente el precio de compra de los vehículos con esta tecnología. Se pudo evidenciar que existen 3 actores fundamentales en la transición tecnológica: Estado, industria y usuarios.

Para que exista una adecuada adopción de tecnología debe haber una adecuada sinergia entre estos 3 actores ya que cada uno de ellos juega un papel fundamental en función de sus necesidades potenciales, alcances y objetivos. Como se muestra en la tabla 6, resume las principales variables a tomar en cuenta; en lo referente al Estado se ha identificado que los aspectos fundamentales son el refuerzo de la red eléctrica relacionado con los pico de tensión de demanda que suponer la recarga de vehículos eléctricos, junto con una generación eléctrica basada en una matriz renovable, incentivos fiscales, en los que los aranceles, el IVA y el ICE no se graban sobre la importación de estos vehículos esto conlleva a que esta la tecnología tenga un precio competitivo en el mercado, adicionalmente el desarrollo de las normativas para promover el uso de este tipo de vehículos y reducir el uso de vehículos de combustión interna relacionado con el cumplimiento de acuerdos internacionales referentes a la reducción de GEI como la firma del Acuerdo de París y los ODS, finalmente el estado debe garantizar la inversión y planificación

para la instalación de electrolinerías con la geolocalización necesaria para el desarrollo del transporte.

Tabla 6

Actores involucrados en la adopción de la movilidad

Estado	Industria	Usuarios
- Refuerzo de la red eléctrica	- Autonomía	- Aceptación de la tecnología
- Incentivos fiscales	- Seguridad	- Consciencia ambiental
- Inversión y planificación	- Tiempo de recarga	- Adaptación a los patrones de carga
	- Costo de baterías	
	- Mantenimiento	
	- Oferta de modelos	

Elaboración propia

En función de este análisis y con las consideraciones metodológicas y estadísticas, descritas en la tabla 7, que supone la proyección de ventas, se analizaron las correlaciones mayores que existen entre la venta de vehículos y las variables citadas para cada actor, el análisis arroja que existen 4 variables con una correlación fuerte para la adopción tecnológica y el crecimiento del parque vehicular eléctrico en el Ecuador, estas son:

Tabla 7

Coefficientes de regresión multivariable

Variable	Coefficiente
Intercepción	- 1098,725163
Costo	- 10,463546
Autonomía	7,007088
Infraestructura	4,165845
Tiempo de recarga	4,304390

Elaboración propia

Adicionalmente y siendo un escenario que este sujeto a influencia tecnológica, social y política, se consideraron oportunos 3 escenarios, optimista, pesimista y neutral, basado en el análisis multivariable y las correlaciones fuertes de las variables independientes y la variable dependiente. El escenario optimista se consideró que la infraestructura de carga va a experimentar un crecimiento del 50% sobre la infraestructura existente, esto tomado del ejemplo

de países como México, Brasil y Costa Rica, donde las normativas anticontaminación son consistentes y tienen una normativa dirigida a la descarbonización de la movilidad, el escenario neutral supuso la tendencia regular que ha experimentado la instalación de puntos de carga en el país, finalmente para estimar el escenario pesimista se ha tomado como referencia de países como Colombia y Perú donde se experimenta un crecimiento del 15% sobre la infraestructura de puntos de carga, ya que ha apostado la descarbonización en vehículos de transporte público.

En la tabla 8 se muestran los valores obtenidos a partir del análisis de regresión lineal multivariable donde se evidenció la proyección en los 3 escenarios propuestos, neutral, pesimista y optimista. Aquí se representa una tendencia al crecimiento de venta de vehículos eléctricos.

Tabla 8

Proyección de ventas de vehículos eléctricos de Ecuador 2025 – 2035

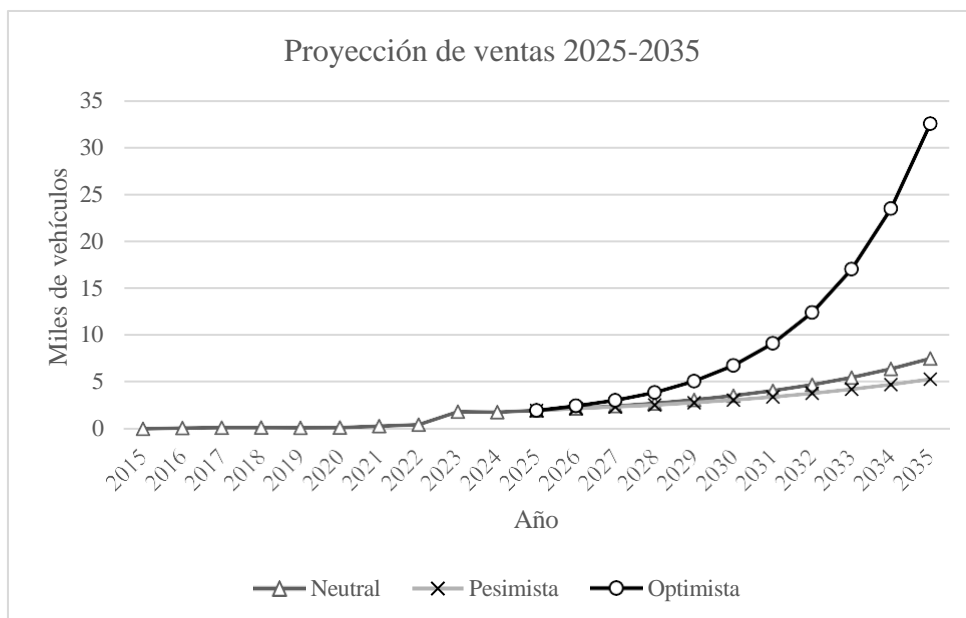
Año	Neutral	Pesimista	Optimista
2025	1954	1952	1952
2026	2189	2168	2442
2027	2424	2334	3031
2028	2711	2527	3866
2029	3081	2777	5066
2030	3525	3064	6747
2031	4058	3394	9101
2032	4697	3774	12395
2033	5465	4210	17008
2034	6385	4712	23466
2035	7490	5289	32507

Elaboración propia

Del análisis de la figura 2 se evidencia que en los tres escenarios se observa un crecimiento progresivo en las ventas de vehículos eléctricos. El escenario optimista proyecta un crecimiento exponencial, mientras que los escenarios neutral y pesimista presentan una evolución más moderada pero constante. Esto sugiere que, independientemente del contexto económico o político, la penetración de la movilidad eléctrica seguirá en aumento.

Figura 2

Proyección de ventas de vehículos eléctricos Ecuador 2025 – 2035



Fuente: (AEADE, 2023)
Elaboración propia

En el escenario optimista, el crecimiento anual de ventas oscila entre el 25% y el 31% en los primeros años, acelerándose hacia 2035. Esta proyección podría explicarse por un incremento en incentivos gubernamentales, disminución en los costos de baterías y un aumento en la infraestructura de carga.

En el escenario neutral, el crecimiento es estable, con tasas que varían entre el 10% y el 14%. Este comportamiento se alinea con un avance paulatino del mercado sin grandes incentivos ni barreras significativas.

En el escenario pesimista, las tasas de crecimiento son inferiores, oscilando entre el 7% y el 11%, lo que sugiere limitaciones en la infraestructura de carga, altos costos iniciales o una menor disposición de los consumidores a la transición tecnológica.

Políticas públicas: La presencia de incentivos fiscales, reducción de aranceles y subsidios podría influir en la adopción acelerada de vehículos eléctricos.

Infraestructura de carga: La disponibilidad y expansión de puntos de carga es clave para incentivar la compra de estos vehículos.

Costo de adquisición y mantenimiento: La disminución en los costos de producción y la mayor eficiencia de las baterías pueden hacer que la movilidad eléctrica sea más accesible para la población.

Tendencias del mercado global: La transición hacia la movilidad sostenible en mercados desarrollados podría impactar en la disponibilidad y el precio de vehículos eléctricos en Ecuador.

En el escenario optimista, las ventas alcanzarían aproximadamente 32,500 unidades, mientras que en el neutral se espera alrededor de 7,500 unidades y en el pesimista poco más de 5,200. La diferencia entre estos escenarios destaca el papel crucial de la política pública y las condiciones de mercado para la aceleración o desaceleración de la electrificación vehicular.


4.3 Evaluar la factibilidad económica de la adopción de vehículos eléctricos

En la evaluación de la factibilidad de la implementación de vehículos livianos se utilizó un cálculo de TCO total cost of ownership, costo de la infraestructura, los aranceles aplicados a la importación de vehículos eléctricos y las emisiones en la etapa de uso relacionadas con la producción de la electricidad.

Para el TCO se consideró el análisis de 2 vehículos del segmento comercial B considerando el tamaño, especificaciones técnicas y rendimiento, no se consideran los precios similares ya que en la misma categoría comercial el vehículo eléctrico, por el tipo de tecnología, tiene un valor comercial mayor que ronda el 50% más al valor del vehículo de combustión. Los vehículos objeto de análisis fueron el Suzuki Swift y el BYD Dolphin, las características técnicas se presentan en la tabla 9.

Tabla 9

Ficha técnica comparativa, vehículos de estudio

	BYD Dolphin	SZK Swift
		
Segmento comercial	B	B
Precio	\$ 18.000	\$ 27.000
Tipo de motorización	EV	MCI – mild hybrid 1.2

Potencia [HP]	94	88
Autonomía [km]	300	600
Dimensiones [mm]	4.125 x 1.530 x 1.570	3.845 x 1.735 x 1.495

Fuente: (BYD, 2024; Suzuki, 2024)
Elaboración propia

Los resultados del TCO se calcularon en función de la metodología explicada en el cap. 3, los resultados se muestran en un periodo de 1 año o 20.000km y 5 años o 100.000km. En la tabla 10 se realizó una comparativa entre el costo total de mantenimiento considerando el recorrido estándar de 1 año o 20.000 km, el cálculo del costo de mantenimiento anual, a pesar de que el VE tiene un costo de adquisición elevado frente al vehículo de combustión sus costos operativos son un 24% menores a lo largo del recorrido por un año, lo que en este ejemplo representa un ahorro de \$628,95 anuales, factores como, el menor precio en la energía eléctrica y el incremento del precio del combustible, el precio y intervalos de mantenimiento, contribuyen a la reducción de costos de un VE.

Tabla 10

Cálculo del TCO de recorrido de 20.000km o 1 año

TCO 20.000km		
Concepto	Vehículo de Combustión	Vehículo Eléctrico
	SWIFT	DOLPHIN
Costo de Adquisición	\$18.000,00	\$27.000,00
Costo de Energía	\$1.111,50	\$347,61
Costo de Mantenimiento	\$406,81	\$196,23
Costo del Seguro	\$913,28	\$1.126,76
Impuestos y Tarifas	\$264,07	\$396,00
TCO Total (1 año)	\$2.695,66	\$2.066,71

Fuente: (BYD, 2024; Redacción Primicias, 2024; Tapia, 2024)
Elaboración propia

En el cálculo de un periodo de uso de 5 años o 100.000km, tabla 11, se observó una reducción total del TCO del 20% lo que en este ejemplo representa un ahorro de \$3.454,05. No

se considera en el análisis el costo del recambio de las baterías ya que estas tienen una garantía de 5 años.

Tabla 11

Cálculo de TCO de recorrido por 100.000km o 5 años

TCO 100.000km		
Concepto	Vehículo de Combustión	Vehículo Eléctrico
	SWIFT	DOLPHIN
Costo de Adquisición	\$18.000,00	\$27.000,00
Costo de Energía	\$5.557,50	\$1.738,06
Costo de Mantenimiento	\$2.030,01	\$1.013,34
Costo del Seguro	\$3.653,12	\$4.507,04
Impuestos y Tarifas	\$1.056,28	\$1.584,00
TCO Total (5 años)	\$12.296,91	\$8.842,86

Elaboración propia

En agregado al análisis realizado se considera la implementación de electrolinerías en el país para abastecer la demanda del servicio, tomando como ejemplo la primera electrolinería establecida en Ecuador, construida en Guayaquil, la inversión para la construcción fue de \$600.000 con 20 puntos de carga (Vásquez, 2019), por lo cual, en la tabla 12 se evidencia el cálculo de la inversión necesaria por parte del Estado y actores privados para la implementación de los puntos de carga requeridos en la proyección del escenario neutral.

Tabla 12

Inversión necesaria en infraestructura de carga, escenario neutral

Inversión en infraestructura		
Año	Puntos de carga	Inversión
2025	308	9.252.000,00
2026	370	11.102.400,00
2027	444	13.322.880,00
2028	533	15.987.456,00
2029	639	19.184.947,20
2030	767	23.021.936,64
2031	921	27.626.323,97
2032	1.105	33.151.588,76
2033	1.326	39.781.906,51

2034	1.591	47.738.287,82
2035	1.910	57.285.945,38

Elaboración propia

Considerando que el Ecuador es el segundo país en Latinoamérica en con la mayor tasa de vehículos electrificado, segmento que en el año 2024 alcanzó el 13% del mercado local, se evidencia que el comercio exterior ecuatoriano ha adoptado como estrategia, para la transición hacia una movilidad sostenible, la exoneración arancelaria de los vehículos eléctricos importados según la resolución del COMEX No 016 – 2019 se estableció la tarifa 0%, se evidencia en la tabla 13 la subpartida y la descripción para la importación de vehículos eléctricos livianos.

Tabla 13

Aranceles en tarifa 0% para la importación de vehículos eléctricos

Aranceles			
Subpartida	Descripción	Observaciones Sexta Enmienda	Arancel
8703.80.10.90	SUV/automóvil eléctrico con tracción en las cuatro ruedas	Ninguna	0
8703.80.90.90	SUV/automóvil eléctrico tracción dos ruedas	Ninguna	0

Fuente: (Comex, 2017)
Elaboración propia

Para el cálculo de las emisiones evitadas por la implementación de electromovilidad en reemplazo de los vehículos de combustión interna se consideraron los datos de la Environmental Protection Agency (EPA) que en su publicación de “Greenhouse gas emissions” expresa que las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de un vehículo de combustión interna son 8,887 gramos CO₂/galón (EPA, 2018), para el cálculo de la reducción de emisiones se seleccionó al Suzuki Swift que tiene un valor homologado de 106g/km, en la tabla 14 se especifica las emisiones generadas por el recorrido de 20.000km en el vehículo de combustión interna analizado en el estudio.

Tabla 14

Emisiones CO₂ generadas por un vehículo de combustión interna en el recorrido de 1 año o 20.000km

	Autonomía [km]	Recorrido anual [km]	Emisiones CO ₂ [g/km]	Emisiones CO ₂ anuales [t/año]
SWIFT	600	20.000	106	2,12

Elaboración propia

En el contexto ecuatoriano, considerando que la matriz de generación eléctrica de Ecuador tiene un 87% de generación a partir de energías renovables (Ministerio de Energía y Minas, 2023a), la sustitución de un vehículo de combustión interna por un vehículo eléctrico, según la International Energy Agency, puede evitar aproximadamente 3.9 toneladas de CO₂ anuales por vehículo (International Energy Agency, 2021).

En consideración al análisis descrito anteriormente, en el escenario optimista para el año 2035, la reducción total de emisiones podría alcanzar aproximadamente 126,750 toneladas de CO₂ anuales, en el escenario neutral se podría alcanzar la reducción de 29,250 toneladas de CO₂ anuales y para el escenario pesimista se reduciría en 20,280 toneladas de CO₂ anuales.

5 CONCLUSIONES

El análisis de las políticas públicas nacionales e internacionales evidencia que Ecuador ha avanzado en la promoción de la movilidad eléctrica mediante incentivos fiscales, como la exoneración de aranceles y la eliminación del IVA e ICE en la importación de vehículos eléctricos. Estas medidas han facilitado el acceso a esta tecnología, alineando al país con acuerdos internacionales como el Acuerdo de París. Sin embargo, la falta de regulaciones más estrictas sobre combustibles fósiles y la limitada infraestructura de carga continúan siendo barreras que impiden una adopción masiva y la consolidación de un ecosistema de movilidad sostenible.

El crecimiento del parque automotor eléctrico en Ecuador, aunque en aumento, sigue siendo conservador. Desde 2015 hasta 2024, se han vendido 4.898 vehículos eléctricos, lo que representa un avance significativo, pero aún insuficiente para consolidar una transición masiva hacia la electromovilidad. Uno de los principales factores que limitan su adopción es la infraestructura de carga, que en 2024 contaba con 257 puntos de carga, un número reducido en comparación con la creciente demanda proyectada. El análisis de regresión multivariable confirma que la infraestructura de carga, el costo de adquisición, la autonomía del vehículo y el tiempo de recarga son las variables con mayor impacto en la adopción de esta tecnología. A pesar de estos desafíos, las proyecciones indican un crecimiento progresivo, con estimaciones de 7,490 unidades vendidas en el escenario neutral y hasta 32,500 en el escenario optimista para 2035, lo que sugiere una transición inminente hacia la movilidad sostenible si se mantienen y refuerzan las políticas públicas adecuadas.

El análisis del Costo Total de Propiedad confirma que, a pesar de su mayor costo de adquisición, los vehículos eléctricos representan un ahorro significativo a largo plazo. En un período de 5 años o 100,000 km, el TCO de un BYD Dolphin es \$8.842,86, un 20% menor en comparación con el Suzuki Swift, cuyo TCO asciende a \$12.296,91. Esto se debe principalmente a menores costos de la energía eléctrica y mantenimiento, con un ahorro anual de \$628,95 en costos operativos. Estos resultados evidencian que, aunque la inversión inicial es mayor, la

adopción de VE es económicamente viable, especialmente si se mantienen incentivos fiscales como la exoneración del IVA, ICE y aranceles de importación.

La viabilidad económica de la electromovilidad en Ecuador también depende del desarrollo de infraestructura de carga. Se estima que, para el escenario neutral, se requerirá una inversión de \$57,2 millones hasta 2035 para instalar 1.910 estaciones de carga. Además, la transición a VE tendría un impacto ambiental significativo, evitando hasta 126.750 toneladas de CO₂ anuales en la etapa de uso en el escenario optimista. Con una matriz energética basada en 87% de energías renovables, Ecuador tiene una ventaja competitiva para la descarbonización del transporte. Sin embargo, el crecimiento del mercado dependerá de la expansión de la infraestructura y la consolidación de incentivos que reduzcan la barrera de entrada para los consumidores.

6 RECOMENDACIONES

Dado que el análisis de proyección de ventas demostró que la infraestructura de carga es un factor clave para la adopción de vehículos eléctricos, se recomienda realizar un estudio sobre mecanismos de financiamiento para la instalación de electrolinerías. Este análisis debería explorar alianzas público-privadas, incentivos fiscales para inversionistas y esquemas de financiamiento a largo plazo, con el fin de garantizar un crecimiento sostenible de la infraestructura de carga en Ecuador.

Desarrollar un estudio académico sobre los efectos de la ampliación de exenciones arancelarias a repuestos para vehículos eléctricos en Ecuador. Este análisis permitirá identificar el impacto de estas medidas en la reducción de costos de adquisición y su influencia en la adopción de la movilidad sostenible, proporcionando insumos clave para futuras decisiones de política pública.

Realizar un estudio sobre los efectos de la implementación de buses eléctricos en sistemas de transporte masivo y flotas comerciales en Ecuador. La investigación debe incluir un análisis de costos de inversión, mantenimiento y eficiencia energética, así como los beneficios ambientales y su impacto en la reducción de emisiones de GEI. Este estudio permitirá determinar estrategias óptimas para la transición del transporte público hacia una movilidad descarbonizada.

Investigar la viabilidad de que Ecuador participe activamente en el mercado internacional de bonos de carbono, aprovechando su riqueza en biodiversidad y su matriz energética basada en energías renovables. Un análisis técnico puede evaluar cómo la reducción en el uso de combustibles fósiles en el transporte y otras industrias podría traducirse en créditos de carbono comercializables, posicionando al país como un referente en sostenibilidad y transición energética.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEADE. (2023). *Anuarios – AEADE*. <https://www.aeade.net/anuario/>
- Aranibar-Ramos, E. R., Quispe-Ambrocio, A. D., Aranibar-Ramos, E. R., & Quispe-Ambrocio, A. D. (2023). *Exploración del comercio global: Una revisión integral del comercio internacional y el comercio exterior*. *Quipukamayoc*, 31(66), 85-100.
<https://doi.org/10.15381/quipu.v31i66.25573>
- Arbache, J. (2023, 11). *Descarbonización y comercio internacional*.
<https://www.caf.com/es/blog/descarbonizacion-y-comercio-internacional/>
- Arias, S. (2023). *Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible*.
- Arrovaye, I. D. (2024, julio 4). *La gran brecha entre las metas y la realidad de los vehículos eléctricos en Colombia*. *Forbes Colombia*.
- Bipartisan Infrastructure Law (2021)*.
- BYD. (2024). *Ficha Técnica Dolphin*.
- Carroya. (2023, 03). *Movilidad eléctrica: Qué Políticas públicas y regulaciones hay en Colombia*. *Carroya noticias*.
- Cartagena, S. (2024, febrero 13). *El costo de la energía: Una de las barreras para la adopción de vehículos eléctricos en Latinoamérica*. *Entrepreneur*.
- Chávez Bravo, C. (2024). *Especial: Capital chilena tendrá 50% de su flota de autobuses de transporte público eléctrica para 2025*.
- Climate & Clean Air Coalition. (2018). *Normas de emisiones de diésel de China | Coalición por el clima y el aire limpio*.
- Comex. (2017). *Nomenclatura de designación y codificación de mercancías del ecuador*.

Comisión Europea. (2020, diciembre 9). Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones. Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones Estrategia de movilidad sostenible e inteligente: encauzar el transporte europeo de cara al futuro.

Congreso de Colombia. (2019, 07). Vigencia expresa y control de constitucionalidad LEY 1964—2019. Secretaria Senado de Colombia.

Consejo de la Unión Europea. (2024, 03). Objetivo 55—El plan de la UE para la transición ecológica. Consilium.

Domínguez, R., León, M., Samaniego, J., & Sunkel, O. (2019). Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL. United Nations. <https://doi.org/10.18356/b89f0453-es>

EPA. (2018). Greenhouse gas emissions. National Service Center for Environmental Publications.

España, J. (2023). El necesario impulso al vehículo eléctrico y su infraestructura. Revista Aragonesa.

Fortin, É. (2018a). 3.1 Economic Analysis Tools and Concepts.

Fortin, É. (2018b). 3.1.2 More on Method—Total Cost of Ownership.

Fortin, É. (2018c). 3.1.3 More on Method—Discount Rate.

Fortin, É. (2018d). 3.2 Electric Mobility and Environment: Economic Balance.

Fortin, É. (2018e). 3.2.2 Cost/Benefit Analysis Applied to Electric Vehicles (2/2).

Frohmann, A., Mulder, N., & Olmos, X. (2020). Incentivos a la sostenibilidad en el comercio internacional.

González, P. (2024, noviembre 6). *Ventas de carros registran el peor octubre de los últimos cinco años, incluso más bajo que en la pandemia. Primicias.*

Hernández, A. S. F., & Paulino, I. T. (2023). *Electromovilidad en México. Julio de 2023, 13.*

Instituto de Investigación Geológico y Energético. (2023). *Análisis y prospectiva de la electromovilidad en Ecuador.*

Instituto de Investigación Geológico y Energético, & Quintana, P. (2024). *Estudio de análisis y prospectiva de la electromovilidad en Ecuador 2030. Instituto de Investigación Geológico y Energético.*

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). *Calentamiento global de 1,5 °C.*

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *La acción climática urgente puede garantizar un futuro habitable para todos.*

International Energy Agency. (2021, abril 29). *Global EV Analysis. IEA.*

International Energy Agency. (2022, mayo 23). *Global EV Outlook 2022 – Analysis. IEA.*

International Energy Agency. (2023, abril 26). *Global EV Outlook 2023 – Analysis. IEA.*

International Energy Agency. (2024, abril 23). *Perspectivas globales de vehículos eléctricos 2024. IEA.*

International Renewable Energy Agency. (2022). *World Energy Transitions.*

<https://www.irena.org/Digital-Report/World-Energy-Transitions-Outlook-2022>

Kerrigan, G. (2022). *Políticas públicas relacionadas con la electromovilidad en países seleccionados de ALC.*

Ley Orgánica de Eficiencia Energética (2019).

- Lieven, T. (2015). *Policy measures to promote electric mobility – A global perspective*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 82, 78-93.
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.09.008>
- Marshall, A. (2025, enero 28). *The Electric Vehicle Fight Turns to California* | WIRED.
- Ministerio de energía y minas. (2022). *Balance energético nacional 2022*.
- Ministerio de Energía y Minas. (2023a). *Balance Energético Nacional 2023*.
- Ministerio de Energía y Minas. (2023b). *Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde en Ecuador*.
- Ministerio de Energía y Minas. (2023c). *Plan de Transición Energética de las Islas Galapagos*.
- Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca. (2019a). *Reducción arancelaria a vehículos eléctricos, baterías y cargadores*. produccion.gob.ec.
- Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca. (2019b). *Reducción arancelaria a vehículos eléctricos, baterías y cargadores para vehículos eléctricos promoviendo el acceso a movilidad limpia y moderna*.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2023). *Política nacional de movilidad urbana sostenible del Ecuador*.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). *Ecuador Carbono Cero*.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2024, 08). *PlanMicc – Plan Nacional de Mitigación del Cambio Climático*.
- Mobility Portal. (2024, enero 3). *¿Qué incentivos hay disponibles en Latinoamérica para comprar un vehículo eléctrico? - Mobility Portal*.
- Moreno Viera, R. (2023a). *Impacto medioambiental en el uso de las baterías de vehículos eléctricos en España*. *Observatorio Medioambiental*, 26, 229-246.
<https://doi.org/10.5209/obmd.93027>

Moreno Viera, R. (2023b). *Impacto medioambiental en el uso de las baterías de vehículos eléctricos en España. Observatorio Medioambiental*, 26, 229-246.

<https://doi.org/10.5209/obmd.93027>

Naciones Unidas. (1987, 08). *Informe comisión Brundtland sobre medio ambiente y desarrollo.*

NASA. (2024). *Dióxido de carbono | Signos vitales. Climate Change: Vital Signs of the Planet.*

Navas, C., & Yépez, A. (2022, noviembre 28). *Electromovilidad: La promesa de*

descarbonización del transporte para América Latina y el Caribe. Moviliblog.

Nunez, C. (2023, febrero 28). *¿Qué son los gases de efecto invernadero y cuáles son sus efectos?*

National Geographic.

ONU. (2018, julio 8). *América Latina y el Caribe se sube al transporte eléctrico. ONU*

Programa para el Medio Ambiente.

Orellana, M. (2022, 12). *Movilidad sostenible Archives. Moviliblog.*

Organization for Economic Cooperation and Development. (2019, octubre 15). *Taxing Energy*

Use 2019. OECD.

Orozco, M. (2024, enero 10). *Estos son los 10 puntos clave de la ley energética de Noboa*

aprobada por la Asamblea.

Parlamento Europeo. (2022, 06). *Enmiendas aprobadas por el Parlamento Europeo sobre la*

Propuesta por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/631 en lo que respecta al

refuerzo de las normas de comportamiento en materia de emisiones de CO2 de los vehículos

comerciales ligeros nuevos, en consonancia con la mayor ambición climática de la Unión.

Parlamento Europeo.

- Poschmann, J., Bach, V., & Finkbeiner, M. (2023). *Deriving decarbonization targets and pathways – A case study for the automotive industry*. *Journal of Cleaner Production*, 409, 137256. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137256>
- Quiñónez Guagua, E. F., Cambindo Quiñónez, B. K., Macas Mendoza, D. R., & Ulloa De Souza, R. C. (2024). *Desafíos y beneficios de implementar un sistema de carga para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe*. *Reincisol.*, 3(6), 485-505. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)485-505](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)485-505)
- Quirós-Tortós, J., Victor-Gallardo, L., & Ochoa, L. (2019). *Electric Vehicles in Latin America: Slowly but Surely Toward Clean Transport*. *IEEE Electrification Magazine*, 7(2), 22-32. *IEEE Electrification Magazine*. <https://doi.org/10.1109/MELE.2019.2908791>
- Redacción Primicias. (2024, diciembre 11). *Estos son los precios de las gasolinas Extra, Ecopaís y Súper a partir del 12 de diciembre de 2024*. *Primicias*.
- Repsol, Artículo Técnico. (2023, marzo 28). *Principales medidas de la Ley IRA (Inflation Reduction Act) sobre transición energética*. *Repsol Fundación*.
- República del Ecuador. (2008). *Constitución de la Republica del Ecuador*.
- República del Ecuador. (2021). *Reglamento General De La Ley Orgánica De Eficiencia Energética*.
- Republica del Ecuador. (2025, Quito - Ecuador). *Segunda contribución determinada a nivel nacional para el acuerdo de París bajo la convención marco de Naciones Unidas sobre cambio climático (2026-2035)*.
- Resolución N° 016-2019 (2019).
- Rodgers, K. P. (2009). *Infraestructura de Transporte Como Factor de Integración*.
- Rodrigo, J. A. (2016). *Introducción a la Regresión Lineal Múltiple*.

- Rubio, O. (2021, mayo 3). *Vehículos eléctricos tendrán parqueo gratis: Ecuador inclina su ley de tránsito a la movilidad sostenible - Latam Green.*
- Secretaría Nacional de Planificación. (2024). *Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024—2025.*
- Simonov, E., & Withanage, H. (2019). *Iniciativa de la Franja y la Ruta.*
- Suzuki. (2024). *Ficha Técnica Swift.*
- Tapia, E. (2024, mayo 19). *¿Qué pasará con los precios de los carros en Ecuador en lo que resta de 2024? Primicias.*
- TradeMap. (2024). *Trade Map—Lista de los mercados proveedores para un producto importado por Ecuador.*
- United Nations. (2021a, 10). *COP 26 | UNFCCC. COP26.* <https://unfccc.int/event/cop-26>
- United Nations. (2021b, 11). *COP26: Together for our planet. United Nations; United Nations.*
- United Nations. (2023). *¿Qué es el cambio climático? | Naciones Unidas. United Nations; United Nations.*
- United Nations Climate Change. (2015). *El Acuerdo de París | CMNUCC.*
- United Nations Climate Change. (2021, 12). *El Pacto Climático de Glasgow: Resultados clave de la COP26 | CMNUCC.*
- United Nations Climate Change. (2023). *The Paris Agreement | UNFCCC.*
- Vásconez, L. (2019, julio 27). *La construcción de la primera electrolinera de Guayaquil empezó. El Comercio.*
- Victoria Transport Institute. (2016). *Transportation Cost and Benefit Analysis.*
- Viscidi, L. (2022). *Electric Mobility in Central America.* <https://doi.org/10.18235/0003972>

World Economic Forum. (2025, 01). Battery circularity. World Economic Forum.

Zhang, R., & Hanaoka, T. (2021). Implementación de vehículos eléctricos en China para alcanzar el objetivo de neutralidad de carbono en 2060: Disparidades provinciales en los sistemas energéticos, emisiones de CO2 y rentabilidad. Resources, Conservation and Recycling, 170, 105622. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105622>

8 ANEXOS

Cálculos para el desarrollo del 2do objetivo planteado.

Escenario Neutral

Año	Ventas Observadas	Pronóstico de ventas regresión lineal múltiple	Costo (USD miles)	Autonomía (km)	Infraestructura (puntos de carga)	Tiempo de Recarga electrolinerías carga rápida (minutos)
2015	1		40	150	0	120
2016	84		38	160	1	60
2017	123		25	170	1	50
2018	130		35	180	10	50
2019	103		33	200	10	45
2020	134		33	220	15	45
2021	284		30	240	20	45
2022	438		28	260	22	45
2023	1823		29	280	82	45
2024	1778		30	300	257	45
2025		1954	28	300	308	45
2026		2189	28	300	370	40
2027		2424	28	300	444	35
2028		2711	28	300	533	35
2029		3081	28	300	639	35
2030		3525	28	300	767	35
2031		4058	28	300	921	35
2032		4697	28	300	1105	35
2033		5465	28	300	1326	35
2034		6385	28	300	1591	35
2035		7490	28	300	1910	35

Parámetro	Valor Parámetro
y	-1098,73
x1	-10,46355
x2	7,01
x3	4,17
x4	4,30

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,903232701
Coefficiente de determinación R ²	0,815829312
R ² ajustado	0,668492762
Error típico	403,7545191
Observaciones	10

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	4	3610635,042	902658,7604	5,53718213	0,044244969
Residuos	5	815088,5583	163017,7117		
Total	9	4425723,6			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	- 1098,725 163	1892,9 53948	- 0,58042 8892	0,586800 47	- 5964,71 8198	3767,267 87	- 5964,71 82	3767,267 872
(x1)	- 10,46354 63	42,106 15485	- 0,24850 3962	0,813628 64	- 118,700 8631	97,77377 05	- 118,700 863	97,77377 053
(x2)	7,007088 82	4,9265 51968	1,42231 0952	0,214207 8	- 5,65701 6181	19,67119 38	- 5,65701 618	19,67119 382
(x3)	4,165845 088	2,6743 00734	1,55773 247	0,180031 71	- 2,70866 3801	11,04035 4	- 2,70866 38	11,04035 398
(x4)	4,304390 724	8,3613 82046	0,51479 4169	0,628637 57	- 17,1892 2608	25,79800 75	- 17,1892 261	25,79800 753

Escenario Pesimista

Año	Pronóstico de ventas regresión lineal múltiple	Costo (USD miles) (x1)	Autonomía (km) (x2)	Infraestructura (puntos de carga) (x3)	Tiempo de Recarga electrolineras carga rápida (minutos) (x4)
2025	1952	27500	300	296	45
2026	2168	27500	300	340	40
2027	2334	27500	300	391	35

2028	2527	27500	300	449	35
2029	2777	27500	300	517	35
2030	3064	27500	300	594	35
2031	3394	27500	300	684	35
2032	3774	27500	300	786	35
2033	4210	27500	300	904	35
2034	4712	27500	300	1040	35
2035	5289	27500	300	1196	35

Resumen

Estadísticas de la regresión

Coeficiente de correlación múltiple	0,904236727
Coeficiente de determinación R ²	0,817644059
R ² ajustado	0,671759306
Error típico	401,7603746
Observaciones	10

ANÁLISIS DE
VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	4	3618666,607	904666,6517	5,60472593	0,043227504
Residuos	5	807056,9931	161411,3986		
Total	9	4425723,6			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	- 1091,769 809	1881,299 076	- 0,580327 617	0,58686 37	- 5927,803 041	3744,263 423	- 5927,803 041	3744,263 423
(x1)	- 0,011475 412	0,041880 332	- 0,274004 8	0,79504 029	- 0,119132 234	0,096181 41	- 0,119132 234	0,096181 41
(x2)	7,025212 848	4,872071 144	1,441935 604	0,20889 485	- 5,498844 737	19,54927 043	- 5,498844 737	19,54927 043
(x3)	4,256652 958	2,630518 424	1,618180 249	0,16654 794	- 2,505309 921	11,01861 584	- 2,505309 921	11,01861 584
(x4)	4,670339 809	8,289715 704	0,563389 623	0,59749 728	- 16,63905 28	25,97973 242	- 16,63905 28	25,97973 242

Escenario Optimista

Año	Pronóstico de ventas regresión lineal múltiple	Costo (USD miles) (x1)	Autonomía (km) (x2)	Infraestructura (puntos de carga) (x3)	Tiempo de Recarga electrolinerías carga rápida (minutos) (x4)
2025	1952	27500	300	360	45
2026	2442	27500	300	504	40
2027	3031	27500	300	705	35
2028	3866	27500	300	987	35
2029	5066	27500	300	1382	35
2030	6747	27500	300	1935	35
2031	9101	27500	300	2709	35
2032	12395	27500	300	3793	35
2033	17008	27500	300	5310	35
2034	23466	27500	300	7434	35
2035	32507	27500	300	10407	35

Resumen

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple	0,904236727
Coefficiente de determinación R ²	0,817644059
R ² ajustado	0,671759306
Error típico	401,7603746
Observaciones	10

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	4	3618666,607	904666,6517	5,60472593	0,043227504
Residuos	5	807056,9931	161411,3986		
Total	9	4425723,6			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	- 1091,769 809	1881,299 076	- 0,580327 617	0,58686 37	- 5927,803 041	3744,263 423	- 5927,803 041	3744,263 423
(x1)	- 0,011475 412	0,041880 332	- 0,274004 8	0,79504 029	- 0,119132 234	0,096181 41	- 0,119132 234	0,096181 41

(x2)	7,025212 848	4,872071 144	1,441935 604	0,20889 485	- 5,498844 737	19,54927 043	- 5,498844 737	19,54927 043
(x3)	4,256652 958	2,630518 424	1,618180 249	0,16654 794	- 2,505309 921	11,01861 584	- 2,505309 921	11,01861 584
(x4)	4,670339 809	8,289715 704	0,563389 623	0,59749 728	- 16,63905 28	25,97973 242	- 16,63905 28	25,97973 242

Cálculos para el desarrollo del 3er objetivo planteado

Inversión en infraestructura	
Inversión x punto de carga	30.000,00

Inversión en infraestructura año 2035		
Inversión x punto de carga	1	30.000,00
Puntos de carga al 2035	1910	57.285.945,38

Año	Puntos de carga	Inversión
2025	308	9.252.000,00
2026	370	11.102.400,00
2027	444	13.322.880,00
2028	533	15.987.456,00
2029	639	19.184.947,20
2030	767	23.021.936,64
2031	921	27.626.323,97
2032	1.105	33.151.588,76
2033	1.326	39.781.906,51
2034	1.591	47.738.287,82
2035	1.910	57.285.945,38

Mantenimientos

km	SWIFT	SWIFT	km	DOLPHIN	DOLPHIN
5000	\$1.885,00	91,11	5000	\$2.030,00	98,12
10000	\$3.151,00	152,30	25000	\$2.030,00	98,12
20000	\$3.381,00	163,41	45000	\$4.461,00	215,61

30000	\$4.375,00	211,45	65000	\$2.030,00	98,12
40000	\$3.829,00	185,07	85000	\$5.768,00	278,78
50000	\$3.151,00	152,30	105000	\$4.647,00	224,60
60000	\$4.605,00	222,57			
70000	\$3.151,00	152,30			
80000	\$5.582,00	269,79			
90000	\$4.375,00	211,45			
100000	\$4.516,00	218,27			

PRECIO DE CARGA ELÉCTRICA / COMBUSTIBLE

	Autonomía km	Precio tanque lleno	Precio gas. súper/gal.	Capacidad Tanque	Precio comb/elec anual
SWIFT	600	33,35	3,51	9,5	\$1.111,50

	Autonomía	Precio carga completa	Precio kWh	Capacidad Batería kWh	
DOLPHIN	310	5,4	0,12	44,9	\$347,61

Costo de seguro vehicular Suzuki Swift.

Cobertura	Cobertura Vehículo	Detalle	Valor
Monto asegurado	\$18.000,00	Prima Neta	\$756,00
Año	2025	Seguro Social Campesino (SSC)	\$3,78
Tasa	4,2 %	Derechos de Emisión	\$3,00
		Impuestos Superintendencia de Compañías	\$2,65
		Toppings	\$50,00
		Impuesto	\$97,85
		TOTAL	\$913,28

* Los valores descritos en esta tabla son referenciales

Costo de seguro vehicular BYD Dolphin.

Cobertura	Cobertura Vehículo	Detalle	Valor
Monto asegurado	\$27.000,00	Prima Neta	\$945,00
Año	2024	Seguro Social Campesino (SSC)	\$4,73
Tasa	3,5 %	Derechos de Emisión	\$3,00
		Impuestos Superintendencia de Compañías	\$3,31
		Toppings	\$50,00
		Impuesto	\$120,72
		TOTAL	\$1.126,76

* Los valores descritos en esta tabla son referenciales