

Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles

Desarrollo de la Electromovilidad en Ecuador: Retos y Perspectivas en la Adopción de Vehículos Híbridos

José Beltrán Ruiz¹[0000-0003-2394-0815], Cristian Sánchez Berrazueta²[0009-0002-9127-0219], Guillermo Oña Sarmiento³[0009-0003-5445-1675]

¹ Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: jbeltran@istct.edu.ec

² Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: csanchez@istct.edu.ec

³ Instituto Superior Universitario Rumiñahui, Quito, Ecuador

E-mail: guillermo.ona@ister.edu.ec

Recibido: 29/09/2024

Aceptado: 05/11/2024

Publicado: 20/12/2024

RESUMEN

El presente trabajo investigativo aborda la creciente demanda de venta de vehículos de propulsión híbrida, su tipología y sus diferentes configuraciones, además de que mediante revisiones bibliográficas se detalla cuales suelen ser las fallas más comunes reportadas en los vehículos que incorporan este tipo de propulsión, misma que sigue en aumento, tomando en cuenta los beneficios tributarios y la reducción paulatina de precios que tendrá por los diferentes acuerdos comerciales y la disminución en las emisiones contaminantes que brindan, además de que se revisan diferentes tecnologías en cuanto a baterías, concluyéndose que los vehículos híbridos y eléctricos están ganando terreno y abaratándose cada vez más. Al mismo tiempo pese a las dificultades que pueden presentarse en estos automotores principalmente en cuanto a los daños en baterías y el costo que tienen para su remplazo, varios fabricantes han extendido las garantías en estos componentes y han posicionado a las configuraciones que constan con hibridación ligera como opciones preferidas en la compra del consumidor ecuatoriano.

Palabras clave: Análisis; Batería; Vehículo híbrido; Litio; Sodio

ABSTRACT

The present research work addresses the growing demand for hybrid propulsion vehicles, their

Beltrán Ruiz, J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

typology, and different configurations. Additionally, through literature reviews, it details the most common failures reported in vehicles that incorporate this type of propulsion, which continues to increase, considering the tax benefits and the gradual reduction in prices due to various trade agreements and the decrease in pollutant emissions they offer. Furthermore, different battery technologies are reviewed, concluding that hybrid and electric vehicles are gaining ground and becoming increasingly affordable. At the same time, despite the difficulties that may arise with these vehicles, mainly regarding battery damage and the cost of replacement, several manufacturers have extended warranties on these components and have positioned configurations with mild hybridization as preferred options for Ecuadorian consumers.

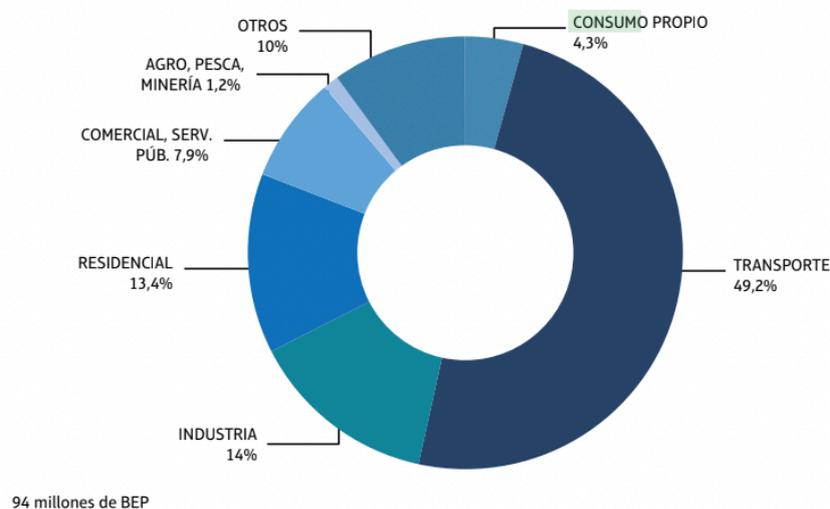
Index terms: Analysis; Battery; Hybrid vehicle; Lithium; Sodium

1. INTRODUCCIÓN.

Es bien conocido que en la actualidad las energías fósiles son una enorme carga medioambiental y que se está tratando por varios medios de potenciar el uso de energías renovables, además teniendo en cuenta que a nivel mundial el transporte representa el 26 % en el uso energético según U.S. Energy Information (*Use of energy in explained - U.S. Energy Information Administration (EIA), 2021*).

Figura 1

Consumo de energía en Ecuador



La situación en Ecuador, como se aprecia en la figura 1, refleja que aproximadamente el 49% de la energía producida anualmente se destina al transporte, lo que resalta la importancia de la energía en los vehículos para trasladar personas y mercancías (Instituto de Investigación Geológico

Beltrán Ruiz , J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

y Energético, 2019). Por esta razón, se están explorando diversas estrategias para fomentar una movilidad sostenible, y la electromovilidad ha ganado considerable relevancia, inclusive hasta el mes de octubre de 2024 los vehículos con estas tecnologías representan ya un 13% del total de las ventas de vehículos en el Ecuador (Primicias, 2024). Esto se debe, en parte, al alto costo de los combustibles derivados del petróleo y a las restricciones que a nivel mundial en emisiones contaminantes que buscan reducir la contaminación generada por los motores de combustión interna, junto con la disminución del subsidio a los combustibles, y a que los vehículos híbridos y eléctricos tienen una menor carga tributaria.

En cuanto a la adopción de tecnología de hibridación, Toyota ha sido pionera en este ámbito, su primer modelo híbrido, el Prius, se lanzó en Japón en 1997 y se introdujo a nivel global en 2000. Esto subraya la importancia de las baterías en los vehículos híbridos como sistemas de almacenamiento de energía. (Huaman Cochachin & Muñoz Astuquipan, 2020).

BATERÍAS EN VEHÍCULOS HÍBRIDOS

Las baterías utilizadas en los vehículos híbridos todavía enfrentan desafíos relacionados con el tiempo de recarga, su costo y el peso. Por ejemplo, el sistema de baterías de la segunda generación del Toyota Prius consta de 28 módulos, cada uno de los cuales está compuesto por un hidruro metálico de níquel prismático que incluye seis celdas conectadas en 1.2 voltios de forma serie, lo que genera un voltaje total de 201.6 V, sumando un total de 168 celdas. Esto contrasta con las 228 celdas de la primera generación, que estaban organizadas en 38 módulos. El paquete de baterías se ubica detrás de los asientos porteros (Iberisa, 2018). Este aspecto es uno de los principales retos en el diseño de vehículos, ya que la ubicación de los acumuladores puede afectar la estética, el espacio interior y aumenta el peso del automóvil. En el caso mencionado, la potencia de descarga del paquete es de aproximadamente 20 kW cuando está al 50% de su carga.

Además, la capacidad de potencia varía con la temperatura: aumenta en condiciones cálidas y disminuye en climas fríos. Estas características han impulsado diversas investigaciones enfocadas en mejorar el rendimiento de estas baterías manteniendo una temperatura óptima (Pérez Sepa et al., 2022).

BATERÍAS DE SODIO

Este tipo de acumuladores de energía están siendo investigados ya que actualmente no generan una densidad energética muy adecuada, sin embargo, vale la pena su desarrollo debido a que la obtención de materiales en la fabricación de estos acumuladores es más sencillo y económico que los materiales necesarios para elaborar bancos de baterías de Ion-Litio, además de que su longevidad puede ser mayor, afectándose menos el medio ambiente (Chan, 2007).

Beltrán Ruiz, J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

Hasta el momento en el mercado ecuatoriano se ha tenido un muy aceptable recibimiento a este tipo de automotores, por ejemplo, en lo que va del año 2021 y pese a ser un año atípico por la pandemia de COVID-19, con corte en el 09 de agosto se han comercializado un total de 54932 automotores, donde 103 fueron eléctricos completamente y 1.474 tenían una propulsión híbrida, en el año 2024 ese número se ha incrementado entre otras razones por el TLC con China, este acuerdo comercial entre Ecuador y China, que comenzó a aplicarse el 1 de mayo de 2024, permitiendo que los precios de los automóviles de origen chino se reduzcan de manera gradual gracias a la eliminación de aranceles. Actualmente, estos vehículos enfrentan un impuesto de importación que oscila entre el 35% y el 40%. Con la implementación del tratado, se prevé que la desgravación arancelaria se lleve a cabo en un periodo de entre 15 y 20 años.

La mayoría de los vehículos chinos quedará exenta de aranceles en un plazo de 15 años. Sin embargo, ciertos modelos, como los SUV con tracción 4x4 y camionetas de motor a gasolina, verán esta reducción extendida a 20 años. Durante el primer año del acuerdo, un automóvil tipo sedán o SUV con motor de 1.500 cc, que actualmente paga un 40% de arancel, comenzará a pagar un 37.34%. Esta reducción continuará anualmente, alcanzando un 0% en enero de 2038.

Los autobuses, que actualmente tienen un arancel del 5%, experimentarán una eliminación inmediata de impuestos, mientras que algunos vehículos de carga también quedarán libres de aranceles desde la entrada en vigor del acuerdo. Por otro lado, las VAN para 10 personas, que hoy tienen un arancel del 35%, se beneficiarán de una reducción gradual en un plazo de 17 años.

Es importante señalar que la disminución de los aranceles no se traduce automáticamente en una reducción proporcional de los precios al consumidor, ya que otros costos como transporte y comercialización también influyen en el precio final. Un ejemplo de esto se puede observar en el tratado entre Ecuador y la Unión Europea, donde los precios de los vehículos cayeron casi un 30% debido a la desgravación progresiva de aranceles.

Los automóviles chinos son actualmente los más vendidos en Ecuador, representando un 37% del mercado total de las ventas. Con el nuevo acuerdo, se espera que su participación en el mercado aumente aún más. Sin embargo, algunos componentes esenciales, como baterías y neumáticos, no recibirán desgravación arancelaria para proteger la industria nacional. Otros autopartes, como amortiguadores y pastillas de freno, tendrán reducciones graduales en los aranceles en los próximos años (Primicias, 2024).

VEHÍCULOS CON HIBRIDACIÓN LIGERA

Un vehículo con hibridación ligera es aquel que combina un motor de combustión interna con un motor eléctrico, aunque su sistema eléctrico no es suficiente para propulsar el vehículo de manera independiente. En este tipo de vehículos, el motor eléctrico asiste al motor de combustión, mejorando la eficiencia del combustible y reduciendo las emisiones de gases contaminantes. Este

Beltrán Ruiz, J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

sistema permite que el motor eléctrico funcione como un generador, recuperando energía durante las frenadas y almacenándola en una batería de menor capacidad que la de un híbrido completo (generalmente de 48 Voltios). Así, se logra una mayor eficiencia de combustible y menores emisiones, contribuyendo a un medio ambiente más limpio. Además, los vehículos con hibridación ligera suelen ser más asequibles tanto en precio de compra como en mantenimiento, aunque enfrentan desafíos relacionados con la durabilidad y el costo de las baterías. A pesar de la percepción del consumidor sobre su efectividad en comparación con los híbridos completos, estos vehículos representan una opción viable para quienes buscan optimizar el uso de combustibles y avanzar hacia una movilidad más sostenible. Según el Instituto de Investigación Geológico y Energético (2019), "la importancia de la energía en los vehículos para trasladar personas y mercancías resalta la necesidad de sistemas que optimicen el uso de combustibles".

VEHÍCULOS HÍBRIDOS ENCHUFABLES

Este tipo de vehículos busca asemejarse aún más a los eléctricos, ya que permite de forma adicional cargar sus baterías de forma externa, sin depender del motor de combustión. Aunque son menos comunes que los híbridos convencionales, como se aprecia en la figura 2, presentan algunos inconvenientes. Además de los daños generales que pueden sufrir las baterías, también pueden experimentar fallos en el conector de servicio durante la recarga. Este conector puede alcanzar temperaturas elevadas, lo que, en casos extremos, podría provocar su quemadura. Por ello, es fundamental prestar especial atención a la calidad de la energía utilizada en la conexión del cargador enchufable, siguiendo siempre las recomendaciones técnicas del fabricante.

Figura 2

Toyota Híbrido enchufable



2. MATERIALES Y MÉTODOS / DESARROLLO

A través de revisiones bibliográficas de estudios relacionados con la adopción de la tecnología híbrida en vehículos, se pueden identificar los principales problemas que enfrenta este tipo de motorización y que generan preocupación entre sus nuevos propietarios. Aunque se ha determinado que es viable reparar las baterías en los vehículos híbridos, esta afirmación es solo

Beltrán Ruiz , J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

parcialmente correcta, ya que los fabricantes recomiendan reemplazar los acumuladores. Esta recomendación se debe, en parte, a la disminución de precios de las baterías que se ha observado en los últimos años (Alejandro García, Juan Reyes, 2013).

Cuando el paquete de baterías del vehículo híbrido ha cumplido varios ciclos de carga, rondando la tolerancia permitida el 70% de degradación y llega al final de su vida útil, muchos se preguntan si se puede arreglar la batería.

Si está en garantía el fabricante o el concesionario se harán cargo de la sustitución, pero si no está en garantía tendrán que pagar un alto precio, en el año 2024, el Suzuki Swift ha sido el vehículo micro híbrido mas vendido, teniendo un costo su batería al redor de 900 dólares, en el caso de vehículos que son híbridos sus baterías rondan los 3000 dólares (*Anuarios – AEADE, 2023*). Cabe destacar que cada vez las coberturas de garantía en estas baterías extienden por un mayor número de kilometraje o de tiempo, por ejemplo, la marca BYD tiene garantías de 150000 Km o de 8 años.

Pese a que no es un trabajo recomendado por el fabricante en muchos casos los vehículos híbridos pierden la garantía por falta de asistencia en sus mantenimientos en el concesionario, por dejarlos parqueados mucho tiempo si accionar su motor, por lo que varios centros de servicio técnico han desarrollado procedimientos que permiten a una batería de un vehículo híbrido rendir un tiempo adicional de vida útil (Leonidas Quiroz Erazo et al., 2028).

El proceso que siguen las baterías de níquel metal hidruro (NiMH) cuando se reconstruyen es el siguiente:

- Se realiza una inspección física de los elementos usados y los clasifica dependiendo del estado en que se encuentren.
- Se verifica la tensión en cada una de las celdas del acumulador.
- Determinados los módulos en buen estado, tienen que ser emparejados.
- Se realiza una carga lenta en cada grupo de baterías, monitoreando que no se deformen, ya que este proceso suele generar daños que imposibilitan su posterior montaje.
- Ensamblar y reemplazar las piezas que puedan estar en mal estado.

Durante la realización del trabajo se debe tomar muy en cuenta el equipo de protección necesario ya que el voltaje puede llegar hasta los 300 Voltios y la corriente hasta 50 Amperios, además se debe tener cuidado de no perder el conector “jumper” del sistema de las baterías.

Debido a que las baterías usadas actualmente generan su trabajo mediante procesos exotérmicos las baterías tienen una vida útil menor en condiciones de frio elevado, por lo que es un factor a considerar al hablar de daños en estos elementos, sin embargo, en el Ecuador al no tener estaciones climáticas de frio extremo no siempre generan problemas por esta causa.

Existen varias razones por las que pueden existir problemas en una batería de un automóvil

Beltrán Ruiz , J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

híbrido, las más frecuentes son:

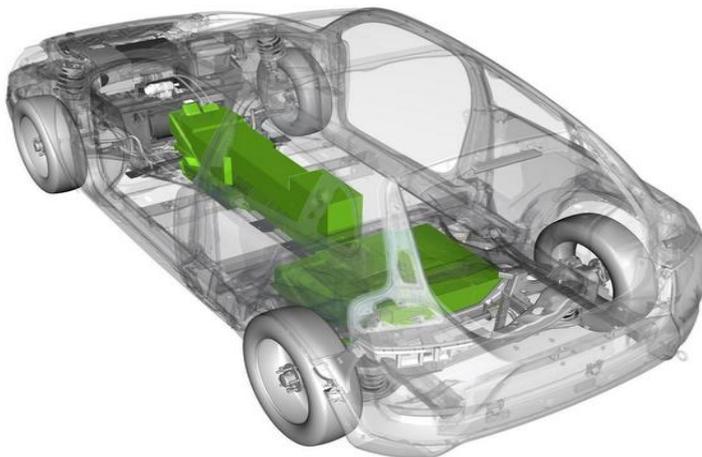
- Temperaturas extremas
- Frecuencia de uso
- Trayectos de conducción cortos
- Degradación por ciclo de trabajo

TEMPERATURAS EXTREMAS

La mala refrigeración en las baterías de vehículos híbridos puede provocar varios problemas significativos, siendo el primero el sobrecalentamiento, que reduce la eficiencia y puede dañar permanentemente la batería si se excede su rango de temperatura óptimo. Este sobrecalentamiento acelera la degradación química de las celdas, resultando en una disminución de la capacidad y una vida útil más corta, lo que se traduce en menos autonomía y mayores costos de reemplazo. Además, un sistema de refrigeración ineficiente afecta el rendimiento general del vehículo, limitando la entrega de energía y la capacidad de recarga, lo que impacta negativamente en la aceleración y la eficiencia del combustible. También aumenta el riesgo de fallos en los sistemas de gestión de la batería, lo que puede llevar a malfuncionamientos del vehículo e incluso a situaciones peligrosas, como incendios. Por lo tanto, es crucial que los vehículos híbridos cuenten con un sistema de refrigeración eficiente para mantener las baterías en condiciones óptimas y prolongar su vida útil, como el que se aprecia en la figura 3.

Figura 3

Área de sobrecalentamiento de una batería híbrida



Uso irregular

Beltrán Ruiz , J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

Muchos conductores creen que cuando un automóvil está apagado no consume la energía proveniente de la batería, sin embargo, esta afirmación no es del todo cierta, ya que varios sistemas, como alarmas, cierres o funciones de llaves a distancia y de navegación generan un consumo energético incluso cuando el vehículo no está funcionando generando así un consumo de la energía contenida en el acumulador.

TRAYECTOS CORTOS

El usar el vehículo en trayectos que sean muy cortos también influyen de manera significativa en la degradación de la batería, esto se da porque al recorrer distancias cortas no se puede realizar un ciclo de carga completo, por lo que, para evitar este inconveniente, se debe procurar realizar un trayecto largo con el vehículo al menos una vez a la semana y de esta manera garantizar la carga de las baterías del sistema híbrido y su batería auxiliar (Menchaca, Hilda, 2023).

ANTIGÜEDAD DEL VEHÍCULO

A medida que el vehículo envejece, la batería se degrada, es decir que cada vez que se descargue y se recargue no lo hará en la misma capacidad, esto puede producirse debido a la corrosión, sulfatación y al propio paso del tiempo, además se debe tener en cuenta que todas las baterías funcionan adecuadamente un número determinado de ciclos de carga, mismos que rondan alrededor de 1000 estos aspectos dificultan la carga adecuada de la batería conforme el tiempo y usos avanzan, por lo que para garantizar el buen estado de la carga y el rendimiento, los conductores deben comprobar sus baterías con regularidad, además de que dependiendo del clima y la humedad se acelera la sulfatación de los elementos eléctricos que se encuentran en el sistema (Chele Sancan, 2017), en la figura 4 se aprecia una batería de alta tensión.

Figura 4

Batería híbrida en mal estado de funcionamiento.



En lo que respecta a la batería, que es un componente crucial para la duración del vehículo,

Beltrán Ruiz , J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

actualmente estos elementos funcionan sin problemas a lo largo de toda su vida útil, y se están implementando mejoras para aumentar su longevidad. El acumulador eléctrico de los vehículos híbridos no experimenta un desgaste excesivo, ya que rara vez se descarga por completo y solo almacena la energía necesaria. Además, el modo eléctrico de un vehículo híbrido opera de manera temporal, alternando el uso de ambos motores y, de este modo, reduciendo el deterioro de los componentes. Por lo tanto, hoy en día se puede afirmar que la vida útil de los componentes eléctricos en este tipo de vehículos es muy similar a la de sus componentes mecánicos (Jeréz Daniela, 2018).

Vida útil de las baterías en vehículos híbridos

Las baterías de los vehículos híbridos pueden llegar a durar entre 150.000 y 200.000 kilómetros, aproximadamente 10 años, eso en las mejores condiciones, además que es comúnmente el periodo que está cubierto por la garantía, además muchas empresas publicitan a sus vehículos de esta manera, indicando garantías extendidas en estos costosos elementos.

En la medida en que se utilice en una menor proporción el motor de combustión y el automotor se desplace con el modo eléctrico, el vehículo puede funcionar correctamente durante mucho más tiempo (*¿Cuál es el promedio de kilometraje y vida útil de un Toyota Prius?*, 2017).

La tendencia del mercado muestra un notable crecimiento en la aceptación de vehículos híbridos y eléctricos. Las cifras de matriculación en nuestro país respaldan esta afirmación: según datos de ANFAC, en los primeros seis meses de 2018 se registraron 43,794 vehículos híbridos y eléctricos, lo que representa un incremento del 46.2% en comparación con el mismo período de 2017 (ANFAC / *Notas de matriculación*, 2021). Todo indica que esta tendencia ascendente continuará, especialmente considerando la creciente conciencia ecológica entre la población y las restricciones de circulación impuestas en diversas ciudades por razones medioambientales.

Aquellos que estén considerando renovar su automóvil y contemplen la opción de adquirir un modelo híbrido podrían estar preocupados por aspectos como su fiabilidad, rendimiento, mantenimiento y costos de mano de obra.

3. RESULTADOS

Uno de los principales problemas que enfrentan los usuarios de vehículos híbridos es la durabilidad y confiabilidad de las baterías. Estas baterías pueden durar entre 150,000 y 200,000 kilómetros, aproximadamente 10 años, siempre y cuando se les dé un mantenimiento adecuado. Sin embargo, factores como las temperaturas extremas, el uso irregular del vehículo, los trayectos cortos y la antigüedad del vehículo pueden acelerar la degradación de las baterías (Menchaca, Hilda, 2023). Esto genera preocupación entre los usuarios, ya que el reemplazo de las baterías puede ser costoso. Por lo tanto, es importante que los fabricantes y los talleres de servicio brinden información y asistencia adecuada a los propietarios de vehículos híbridos para garantizar el buen

Beltrán Ruiz, J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

funcionamiento de las baterías a lo largo de la vida útil del vehículo.

A pesar de los retos que enfrenta, el mercado muestra una clara inclinación hacia el aumento de vehículos híbridos y eléctricos. De acuerdo con la información proporcionada por ANFAC, en los primeros seis meses de 2018 se matricularon 43,794 vehículos de este tipo en el país, lo que representa un incremento del 46.2% en comparación con el mismo periodo del año anterior (ANFAC | Notas de matriculación, 2021). Este crecimiento se debe a la creciente conciencia ambiental entre los ciudadanos y a las restricciones de circulación impuestas en diversas ciudades por razones ecológicas. Por lo tanto, es fundamental que los fabricantes y los talleres de servicio se preparen para satisfacer las demandas de este segmento en expansión.

Mediante revisiones bibliográficas de estudios sobre la adopción de tecnología híbrida, se ha determinado que los principales problemas que enfrentan los propietarios de vehículos híbridos se centran en la reparación de las baterías de alto voltaje. Aunque es viable reparar estas baterías, los fabricantes generalmente recomiendan su reemplazo debido a la disminución de precios en los últimos años (Alejandro García, Juan Reyes, 2013). Al llegar al final de su vida útil, tras varios ciclos de carga y con una degradación del 70%, surge la duda sobre la posibilidad de reparar la batería; si está en garantía, el fabricante se encargará de la sustitución, pero si no, el costo puede ser elevado. A pesar de que no se recomienda la reparación por parte del fabricante, muchos vehículos pierden la garantía por falta de mantenimiento adecuado. Algunos centros de servicio han desarrollado procedimientos para extender la vida útil de las baterías, que incluyen inspecciones físicas, verificación de tensión, carga lenta y reemplazo de piezas dañadas, siempre con las precauciones necesarias debido al alto voltaje involucrado. Además, factores como temperaturas extremas, uso irregular, trayectos cortos y la antigüedad del vehículo también influyen en la degradación de las baterías. En general, las baterías de vehículos híbridos pueden durar entre 150,000 y 200,000 kilómetros, aproximadamente diez años, y su funcionamiento óptimo se logra al alternar entre el motor de combustión y el modo eléctrico. La creciente aceptación de vehículos híbridos refleja una tendencia positiva en el mercado, impulsada por la conciencia ecológica y las restricciones ambientales en diversas ciudades.

4. DISCUSIÓN

Una de las principales preocupaciones de los usuarios de vehículos híbridos es la durabilidad y confiabilidad de las baterías. Diversos estudios han demostrado que, con un mantenimiento adecuado, estas baterías pueden tener una vida útil de entre 150,000 y 200,000 kilómetros, aproximadamente 10 años (Jeréz Daniela, 2018). Sin embargo, factores como las temperaturas extremas, el uso irregular del vehículo, los trayectos cortos y la antigüedad del vehículo pueden acelerar la degradación de las baterías (Benajes et al., 2019). Esto genera preocupación entre los usuarios, ya que el reemplazo de las baterías puede ser costoso. Por lo tanto, es fundamental que los fabricantes y los talleres de servicio brinden información y asistencia adecuada a los propietarios de vehículos híbridos para garantizar el buen funcionamiento de las baterías a lo largo

Beltrán Ruiz , J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

de la vida útil del vehículo.

A pesar de los desafíos existentes, el mercado muestra una clara tendencia hacia el crecimiento de los vehículos híbridos y eléctricos. Según datos de ANFAC, en los primeros seis meses de 2018 se registraron 43,794 entregas de estos vehículos en el país, lo que representa un incremento del 46.2% en comparación con el mismo periodo del año anterior (ANFAC / *Notas de matriculación*, 2021). Este aumento se debe a una mayor concienciación ecológica entre los ciudadanos y a las crecientes restricciones de circulación por motivos ambientales en diversas ciudades. Por lo tanto, es crucial que los fabricantes y talleres de servicio se preparen para satisfacer las necesidades de este segmento en expansión.

Además de la durabilidad de las baterías, otro factor esencial en el avance de los vehículos híbridos es la mejora en la eficiencia energética y la reducción de las emisiones contaminantes. Investigaciones recientes han evidenciado que los vehículos híbridos pueden reducir el consumo de combustible en hasta un 30% y disminuir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los automóviles de combustión interna convencionales (Huaman Cochachin & Muñoz Astuquipan, 2020). Este avance ha promovido la adopción de esta tecnología, especialmente en áreas urbanas donde la calidad del aire es una preocupación prioritaria. Sin embargo, persisten retos relacionados con la infraestructura de carga, la integración de sistemas eléctricos y la reducción de costos, aspectos que deben ser abordados tanto por los fabricantes como por las autoridades competentes para facilitar una mayor penetración de los vehículos híbridos en el mercado.

En la actualidad, la transición hacia vehículos más sostenibles se ha convertido en un pilar fundamental para reducir el impacto ambiental del sector del transporte. La electromovilidad, en particular, ha mostrado un crecimiento acelerado en Ecuador, debido a factores como el incremento en los precios de combustibles fósiles y las políticas de incentivos fiscales para vehículos eléctricos e híbridos. El interés en estos vehículos es palpable en las ventas, que han alcanzado un 13% del total en el mercado automotriz en 2024. Sin embargo, aún persisten desafíos para una adopción más amplia, tales como el alto costo inicial de los vehículos híbridos y eléctricos, la limitada infraestructura de recarga y la disponibilidad de personal capacitado para el mantenimiento de estos sistemas complejos.

Las baterías, elemento crucial en los vehículos híbridos y eléctricos, enfrentan limitaciones que impactan su vida útil y rendimiento. Factores como la temperatura, el uso frecuente en trayectos cortos y la antigüedad del vehículo influyen significativamente en la degradación de las baterías. Aunque las garantías para las baterías han mejorado en los últimos años, llegando hasta los 10 años o 200,000 km en algunos modelos, los costos de reemplazo siguen siendo elevados una vez que se agota la garantía. Esto representa un reto importante para los consumidores, quienes pueden percibir el mantenimiento de estos vehículos como más complicado y costoso en comparación con los automóviles de combustión interna.

Beltrán Ruiz, J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

Finalmente, los vehículos con hibridación ligera representan una opción intermedia atractiva para aquellos consumidores que desean reducir su consumo de combustible y emisiones sin los costos adicionales de un vehículo híbrido completo o eléctrico. Aunque menos eficientes en términos de reducción de emisiones, los vehículos de hibridación ligera han encontrado un nicho en el mercado, ofreciendo una solución de bajo costo y fácil mantenimiento. Sin embargo, es crucial que los consumidores reciban una educación adecuada sobre las diferencias y beneficios de cada tipo de tecnología híbrida y eléctrica para que puedan tomar decisiones informadas sobre su inversión en movilidad sostenible.

5. CONCLUSIONES

En conclusión, la adopción de vehículos eléctricos e híbridos en Ecuador está en ascenso, impulsada por el aumento en los precios de los combustibles fósiles y las políticas de incentivos para reducir la huella ambiental del sector de transporte. Aunque la venta de vehículos sostenibles ha crecido significativamente, la transición total enfrenta obstáculos como el costo inicial de los vehículos, la infraestructura limitada de recarga y la disponibilidad de personal especializado en su mantenimiento. Estos factores representan barreras importantes que aún deben abordarse para lograr una adopción masiva.

Las baterías, pieza clave en el rendimiento de los vehículos eléctricos e híbridos, también presentan desafíos notables. Su degradación, influenciada por factores ambientales y el uso diario, plantea preocupaciones sobre el costo de reemplazo una vez agotada la garantía. Esta situación exige que los consumidores consideren tanto el costo inicial como los costos a largo plazo, lo que puede desincentivar la compra de estos vehículos si no se ofrecen soluciones de respaldo o alternativas accesibles para el reemplazo de baterías.

La exploración de tecnologías alternativas, como las baterías de sodio, abre nuevas posibilidades para la electro movilidad, aunque estas tecnologías aún no están listas para su implementación masiva. La tecnología de iones de litio sigue predominando a pesar de sus implicaciones ambientales, lo que pone de manifiesto la necesidad de continuar investigando formas de mejorar su eficiencia y minimizar su impacto en el medio ambiente.

Por otro lado, los vehículos con hibridación ligera han surgido como una alternativa accesible para los consumidores que buscan reducir su consumo de combustible sin los costos y complejidad de un vehículo totalmente eléctrico o híbrido. Aunque su impacto en la reducción de emisiones es menor, estos vehículos representan una opción atractiva en el mercado actual. Para que los consumidores tomen decisiones informadas y adecuadas a sus necesidades, es crucial que reciban información clara sobre las diferencias entre cada tipo de tecnología y sus beneficios respectivos.

6. REFERENCIAS

Alejandro García, Juan Reyes. (2013). *Patentamiento, trayectoria y características de las baterías*

Beltrán Ruiz , J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

- automotrices: El caso de los autos híbridos | *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*. <http://revistas.unam.mx/index.php/entreciencias/article/view/62074>
- ANFAC | *Notas de matriculación*. (2021, noviembre 30). <https://anfac.com/category/actualidad/notas-de-matriculacion/>
- Anuarios – AEADE*. (2023, diciembre 7). <https://www.aeade.net/anuario/>
- Benajes, J., García, A., Monsalve-Serrano, J., & Martínez-Boggio, S. (2019). Optimization of the parallel and mild hybrid vehicle platforms operating under conventional and advanced combustion modes. *Energy Conversion and Management*, 190, 73-90. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.04.010>
- Chan, C. C. (2007). The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 95(4), 704-718. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2007.892489>
- Chele Sancan, D. G. (2017). Vehículos híbridos, una solución interina para bajar los niveles de contaminación del medio ambiente causados por las emisiones provenientes de los motores de combustión interna. *INNOVA Research Journal*, 2(12), 1-10.
- ¿Cuál es el promedio de kilometraje y vida útil de un Toyota Prius? (2017, julio 21). Puro Motores. <https://www.puromotores.com/13154719/cual-es-el-promedio-de-kilometraje-y-vida-util-de-un-toyota-prius>
- Huaman Cochachin, J. N., & Muñoz Astuquipan, J. P. (2020). Impacto financiero de la renovación del parque automotor con autos híbridos en las empresas importadoras del sector automotriz en Lima Metropolitana, 2019. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://doi.org/10.19083/tesis/652704>
- Iberisa. (2018, septiembre 17). ¿Se pueden reparar las baterías híbridas? <https://iberisasl.com/blog/reparar-las-baterias-hibridas/>
- Instituto de Investigación Geológico y Energético. (2019, enero 31). *Consumo eléctrico por habitante continúa creciendo en Ecuador – Instituto de Investigación Geológico y Energético*. <https://www.geoenergia.gob.ec/consumo-electrico-por-habitante-continua-creciendo-en-ecuador/>
- Jeréz Daniela. (2018, agosto 6). Análisis del proceso de recuperación de la batería de alta tensión del vehículo Toyota Highlander Híbrido | *INNOVA Research Journal*. 1, 1(1), 10.
- Leonidas Quiroz Erazo, Jhonatan Aguilar Santamaría, Cristhian Rumiguano Jiménez, & Germán Erazo Laverde. (2028). *Influencia del sistema start-stop en el vehículo respecto durabilidad de la batería de acumuladores*. 4.
- Menchaca, Hilda. (2023). *Desempeño de un vehículo híbrido y su contraparte de combustión interna bajo condiciones de manejo de una ciudad mexicana*. 29(2), 219-230.
- Pérez Sepa, M. A., Angueta Ponce, A. V., Guasumba Maila, J. E., & Calero Torres, D. A. (2022). Estimación de la vida útil de las baterías de los vehículos híbridos causas y consecuencias.
- Beltrán Ruiz, J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

Dominio de las Ciencias, 8(2), 770-781.

Primicias. (2024a, febrero 23). *Así caerán los precios de los carros chinos con el acuerdo comercial.* Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/carros-chinos-desgravacion-acuerdo-comercial/>

Primicias. (2024b, octubre 15). *Carros híbridos y eléctricos ya son el 13% de las ventas en Ecuador, ¿Cuáles son los más vendidos y cuánto cuestan?* Primicias. <https://www.primicias.ec/economia/carros-hibridos-electricos-ventas-modelos-precios-81130/>

Use of energy in explained—U.S. Energy Information Administration (EIA). (2021, mayo 14). <https://www.eia.gov/energyexplained/use-of-energy/>

Beltrán Ruiz , J., Sánchez Berrazueta, C., & Oña Sarmiento, G. (2024). Development of Electromobility in Ecuador: Challenges and Perspectives in the Adoption of Hybrid Vehicles. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico* 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13