



Percepción sobre el cambio a vehículos eléctricos en el estado de Sinaloa, México

Perception about the change to electric vehicles in the state of Sinaloa, Mexico

Carolina Tripp Barba

Facultad de Informática Mazatlán, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México

ctripp@uas.edu.mx

ORCID: 0000-0002-4811-0247

José Alfonso Aguilar Calderón

Facultad de Informática Mazatlán, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México

ja.aguilar@uas.edu.mx

ORCID: 0000-0003-2048-9600

Alan Ramírez-Noriega

Facultad de Ingeniería Mochis, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México

alandramireznoriega@uas.edu.mx

ORCID: 0000-0002-8634-9988

Yobani Martínez Ramírez

Facultad de Ingeniería Mochis, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México

yobani@uas.edu.mx

ORCID: 0000-0002-4967-9187

doi: <https://doi.org/10.36825/RITI.12.28.004>

Recibido: Junio 14, 2024

Aceptado: Agosto 25, 2024

Resumen: El presente estudio tiene como objetivo explorar y comprender la percepción de los conductores del estado de Sinaloa en relación con la transición hacia el uso de vehículos eléctricos (VEs) sobre los de gasolina. Se parte de la hipótesis de que el conocimiento y la valoración que éstos tengan sobre los VEs desempeñan un papel fundamental en la decisión de adoptar esta nueva tecnología. Así mismo, se analizó su percepción con respecto al funcionamiento, limitantes y problemas que identifican en torno a esta transición. Se realizó un estudio con enfoque cuantitativo a nivel explicativo; se realizó una encuesta a 2130 conductores en el estado de Sinaloa y entre los principales resultados se encontró que de entré los participantes, solo el 1.88% es propietario de coche híbridos. Así mismo que el 67.61% tiene poco conocimiento sobre el funcionamiento de los coches eléctricos y que las principales barreras para hacer un cambio a la electromovilidad es el precio (43.66%) y la falta de infraestructura de carga (32.86%). En conclusión, para facilitar la transición hacia una movilidad más sostenible en el estado de Sinaloa, es necesario abordar tanto las barreras económicas como las de infraestructura. Al mismo tiempo, se debe aumentar el conocimiento y la aceptación de los vehículos eléctricos entre la población.

Palabras clave: Vehículos Eléctricos, Electrolineras, Medio Ambiente.

Abstract: The objective of this study is to explore and understand the perception of drivers in the state of Sinaloa in relation to the transition towards the use of electric vehicles (EVs) over gasoline ones. It is based on the hypothesis that the knowledge and appreciation they have of EVs play a fundamental role in the decision to adopt this new technology. Likewise, their perception regarding the functioning, limitations and problems they identified around this transition was analyzed. A study was carried out with a quantitative approach at an explanatory level; A survey was carried out on 2,130 drivers in the state of Sinaloa and among the main results it was found that among the participants, only 1.88% own hybrid cars. Likewise, 67.61% have little knowledge about how electric cars work and that the main barriers to making a change to electromobility are the price (43.66%) and the lack of charging infrastructure (32.86%). In conclusion, to facilitate the transition towards more sustainable mobility in the state of Sinaloa, it is necessary to address both economic and infrastructure barriers. At the same time, awareness, and acceptance of electric vehicles among the population must be increased.

Keywords: *Electric Vehicles, Electric Stations, Natural Environment.*

1. Introducción

La adopción masiva del vehículo eléctrico (VE) puede representar un cambio fundamental en los modelos de movilidad urbana, particularmente en lo referente a contaminación ambiental y atmosférica. La primera se refiere a la existencia de agentes físicos, químicos o biológicos, o una combinación de estos, en el medio ambiente en cantidades y concentraciones que puedan ser peligrosos para la salud, la seguridad o el bienestar de la población. También puede ser perjudicial para la vida animal o vegetal, o impedir el uso normal de los espacios de recreación. Por otro lado, la contaminación atmosférica se refiere específicamente a las alteraciones que afectan negativamente la salud de los seres vivos y los objetos materiales. La contaminación del aire ocurre cuando uno o más elementos, como polvo, olores, humo o vapor, están presentes en la atmósfera en cantidades y características que pueden causar efectos no deseados en humanos, animales, vegetación, construcciones y monumentos, y permanecen en el aire durante un período prolongado [1]. Además, el VE ofrece una valiosa oportunidad para optimizar de manera eficiente la gestión global del sistema eléctrico, reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y avanzar hacia ciudades sostenibles que disminuyan su dependencia energética del exterior [2]. Esto mediante la implementación de la electromovilidad, la cual se define como un sistema de transporte por carretera en el cual los vehículos utilizan electricidad para su propulsión, caracterizándose por su capacidad de realizar un transporte limpio y eficiente [3].

Actualmente, la contaminación del aire es un factor de riesgo que afecta fuertemente la salud; su impacto puede ir desde muerte prematura, sobrepeso e infarto cerebral, enfermedades cardíacas, respiratorias agudas o crónicas, varios tipos de cáncer u otras menos graves como malestares respiratorios, dolor de cabeza, mareo, irritación e inflamación de ojos. Sobre esto, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México ha mencionado que: “Cuanto más bajos sean los niveles de contaminación del aire, mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a largo como a corto plazo” [4]. La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) menciona como una de las fuentes principales de contaminación del aire todas las formas de transporte y los vehículos automotores. Los motores de los coches son los responsables de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), óxido de nitrógeno (NO_x), óxido de azufre (SO_x), material particulado (PM), y otros contaminantes tóxicos del aire producidos durante la combustión [5].

Hoy en día el desarrollo de la industria y de la tecnología en todas las áreas del conocimiento y el crecimiento en la oferta de servicios para la sociedad ha ocasionado un incremento en la contaminación ambiental, el diseño y uso de pesticidas que contaminan la tierra, los desechos industriales, de baterías y dispositivos electrónicos, entre otros, son ejemplos de ello. Por esta razón, es necesario actualizar y promover normativas para la regulación de la salud ambiental orientados a los límites de protección a la salud establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Además, es necesario regular y fomentar que los sectores más contaminantes, como el transporte y la industria, acaten límites que promuevan la salud pública y la reducción de la contaminación ambiental. En atención a estos problemas, surge la inquietud de realizar una investigación con el objetivo de analizar la factibilidad de la adopción de los vehículos eléctricos y las restricciones que limitan su proliferación en las ciudades, desde la falta de infraestructura y aceptación social, hasta los altos costos que conlleva su adquisición y fabricación. Esta investigación se realizó en el estado de Sinaloa.

1.1. Vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos (VEs) destacan como una tecnología fundamental para mitigar las futuras emisiones en el sector del transporte. Desde su aparición inicial del auto eléctrico en 1834, hasta el desarrollo del vehículo eléctrico híbrido por Porsche, hasta llegar a aquellos de combustión interna producidos en serie por Henry Ford en 1908, la historia de los vehículos eléctricos ha estado marcada por altibajos. A pesar de un período de baja popularidad en la década de 1930 debido a los altos costos iniciales y la limitada autonomía, el interés por esta tecnología resurgió a partir de la década de 1970 [6].

Un vehículo eléctrico es aquel que funciona exclusivamente con electricidad. Almacena energía eléctrica en una batería que se recarga de una fuente externa, como una toma de corriente o una estación de carga. Los VEs no tienen motor de combustión interna; sus componentes principales incluyen la batería eléctrica, el motor eléctrico y un controlador de motor. En comparación con los vehículos convencionales de combustión, la estructura técnica de un vehículo eléctrico es más sencilla, ya que prescinde de sistemas como el de arranque, escape o lubricación, y en muchos casos, incluso de una caja de cambios [7]. La carga de la batería se realiza mediante la conexión a la red eléctrica a través de un dispositivo de carga o durante el frenado, mediante el sistema de recuperación de energía. Esta tecnología ofrece una alternativa a los vehículos convencionales basados en combustión y contribuye a la reducción de las emisiones de CO₂ del sector transporte, al no emitirlo durante su uso lo convierte en una opción respetuosa con el medio ambiente. Además, al no depender de la gasolina como fuente de combustible, no generan ruido durante su funcionamiento, y los motores eléctricos muestran una mayor eficiencia de torque en las ruedas en comparación con los motores convencionales [8]. No obstante, es importante tener en cuenta que, aunque los vehículos eléctricos no emiten CO₂ directamente, pueden estar asociados con emisiones indirectas dependiendo de la fuente de energía utilizada para cargar sus baterías. Si la electricidad proviene de fuentes de energía renovable como la solar, eólica, nuclear o hidroeléctrica, los vehículos eléctricos no contribuyen a las emisiones de CO₂. Sin embargo, si la electricidad proviene de fuentes que lo emiten, como los combustibles fósiles, entonces los vehículos eléctricos pueden estar indirectamente relacionados con estas emisiones [9].

Un vehículo híbrido (VH) es un vehículo que utiliza dos motores para su propulsión: un motor eléctrico y un motor de combustión interna. El motor eléctrico funciona con energía almacenada en una batería, mientras que el motor de combustión interna funciona con gasolina. Los vehículos híbridos pueden funcionar con electricidad pura durante una distancia limitada, y después pueden utilizar el motor de combustión interna cuando se agota la carga de la batería.

Los vehículos eléctricos, así como los vehículos híbridos ofrecen ventajas sobre los vehículos de gasolina en términos de eficiencia de combustible, emisiones, costos de operación, experiencia de conducción y contribución a un futuro sostenible. Además, son una forma de contribuir a la reducción del impacto ambiental y ahorrar combustible.

La Figura 1, muestra la venta de vehículos híbridos y eléctricos en el estado de Sinaloa, su evolución desde 2020 a enero de 2024, según datos del INEGI [10]. Además, se puede observar cómo la venta de unidades híbridas ha sido destacada desde 2020, con un claro aumento a partir del segundo trimestre de 2021. La venta de unidades enchufables ha sido mínima desde 2021, aunque con valores constantes en promedio de 10 al mes. Por otro lado, la venta de vehículos completamente eléctricos inicio a destacar a finales de 2022, teniendo notoriedad hasta finales de 2023.

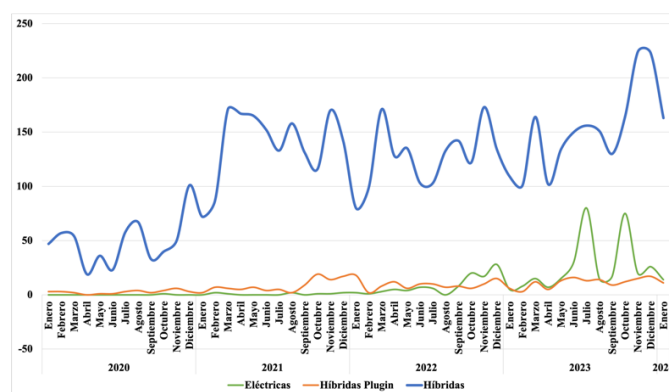


Figura 1. Evolución de compra de vehículos eléctricos en Sinaloa de 2020 a 2024 [10].

1.2. *Electrolineras*

Las estaciones de recarga para autos eléctricos e híbridos-enchufables, conocidas como electrolineras, pueden ser instaladas en diversos lugares como residencias, espacios públicos o establecimientos comerciales. Las estaciones se alimentan de la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), lo que garantiza su seguridad y disponibilidad constante. En México, las electrolineras, están desempeñando un papel fundamental en el impulso hacia una movilidad más sostenible. Con el aumento constante de vehículos eléctricos circulando en las vías, estas estaciones de carga se vuelven esenciales para respaldar esta transición hacia una alternativa más ecológica [11]. Optar por un coche eléctrico es una manera efectiva de reducir las emisiones de CO₂, reducir la contaminación acústica, mejorar la salud pública y contribuir a la lucha contra el cambio climático sin renunciar a la comodidad que ofrece un vehículo convencional.

Los vehículos enchufables obtienen su energía de la red eléctrica en lugar de depender de combustibles fósiles para su funcionamiento. Estos automóviles están dotados de un sistema de baterías que alimenta el motor eléctrico y se recargan mediante una conexión eléctrica y el sistema de frenado regenerativo. En contraste, los vehículos híbridos-enchufables tienen la capacidad de utilizar tanto la energía del motor eléctrico como la generada por un motor de combustión interna.

Para recargar la batería de un vehículo enchufable, se requiere el uso de una electrolinera, las cuales varían en potencia y tiempo de recarga. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) promueve el uso de la tecnología de movilidad eléctrica a través del Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE). Este programa, especializado en políticas públicas y eficiencia energética, fomenta tanto el uso privado como público de vehículos eléctricos [12].

El uso de vehículos eléctricos no solo contribuye a la reducción de la contaminación, sino que también implica menores costos en mantenimiento, energía, trámites e impuestos, lo que los convierte en una excelente alternativa para la movilidad urbana. El tiempo de recarga en las electrolineras varía según el nivel y la capacidad de voltaje de la instalación eléctrica utilizada.

Sinaloa cuenta con 22 centros de carga o electrolineras distribuidas por todo el Estado de la siguiente manera: Culiacán 10, Mazatlán 5, Guasave 3, Los Mochis 2, Villa Unión 1 y Carretera Escuinapa-Nayarit 1 [13].

1.3. *Normativas y regulaciones para instalación de electrolineras en México*

En el marco de la creciente adopción de vehículos eléctricos en México, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) destaca la necesidad de que los puntos de carga cumplan con ciertas normativas y regulaciones desde su instalación. Estas normativas se centran en asegurar la compatibilidad electromagnética y la calidad de la energía proporcionada por las electrolineras.

La CFE sugiere que los puntos de carga cumplan con estándares como el IEC/CISPR25, que establece un método de prueba para medir las emisiones electromagnéticas del sistema eléctrico del vehículo, y la Guía Rápida IEC-107, que cubre las reglas básicas para las pruebas y requisitos de emisión e inmunidad. Estos estándares son fundamentales para garantizar que las emisiones electromagnéticas no interfieran con otros dispositivos electrónicos y eléctricos. Además, se recomienda que la distorsión armónica total de corriente sea inferior al 5% para mantener una calidad de energía adecuada. Esto es esencial ya que los problemas de calidad de energía, como el ruido eléctrico, pueden afectar el funcionamiento de las electrolineras y provocar daños eléctricos [12]. En este sentido, resulta fundamental considerar las leyes y regulaciones aplicables al planificar la instalación de electrolineras, debido a que estas garantizan un funcionamiento adecuado y seguro de la carga, de manera similar a cómo se regula la cantidad de gasolina en litros [11].

1.4. *Impacto ambiental*

Considerando que el transporte se considera la principal fuente de emisiones de dióxido de carbono en México, seguido por la generación de energía y la contaminación auditiva, se vuelve crucial priorizar la formulación y aplicación de estrategias que impulsen la adopción de vehículos eléctricos e híbridos a nivel nacional.

La Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica Visión presentada en 2023 por la SEMARNAT, surge como un esfuerzo nacional para abordar la necesidad de encontrar soluciones sostenibles de movilidad a medio y largo plazo, con la intención de que estas políticas sean continuadas por las futuras administraciones federales,

suscribiendo la declaración para promover los vehículos eléctricos con la meta aspiracional de que todos los automóviles nuevos que se vendan en el mundo a partir de 2040 sean de cero emisiones [14].

Para incentivar la adopción de vehículos eléctricos, especialmente en la Ciudad de México y el Estado de México, se han establecido diversos programas que incluyen la exención del pago de tenencia durante los primeros cinco años y un descuento del 50% en los cinco años subsecuentes. Además, estos vehículos están exentos de las restricciones del esquema “Hoy no Circula” y no requieren someterse a la verificación de emisiones ambientales, que es obligatoria para los vehículos de combustión interna. Algunos estados de la Zona Metropolitana del Valle de México han implementado el holograma "E" para identificar a los vehículos que están exentos de estas regulaciones. En la Ciudad de México, los vehículos eléctricos e híbridos pueden obtener un distintivo denominado “EcoTAG”, que proporciona un descuento del 20% en los peajes de ciertas autopistas urbanas [15].

En el caso de Sinaloa, los coches eléctricos utilizados para el transporte público de personas están exentos del pago de impuesto sobre tenencia o uso de vehículos [16].

2. Trabajos relacionados

En los últimos años la importancia, problemática, restricciones o limitaciones del ingreso de los vehículos eléctricos en México ha sido un tema ampliamente estudiado. En esta sección se presentan las contribuciones encontradas en esta área.

En [17] se aborda la importancia de la movilidad eléctrica en el País, tomando en cuenta el panorama de México con relación a las regulaciones de cargadores y centros de carga, así como la situación en su momento de centros de carga disponibles. Menciona que una de las principales restricciones y limitantes eran los costos y la autonomía ofrecida.

Según Sánchez Gaspariano y Martínez Gómez [18] uno de los principales cambios a los que se enfrenta el mundo actual es el impacto social que implica la entrada de los vehículos eléctricos en las ciudades. En su investigación discuten los principales retos que enfrenta esta temática en México destacando la necesidad de una adecuación de las leyes en materia energética que atiendan temas relacionados a la electromovilidad y seguridad vehicular. Una de sus conclusiones se centra en la impulsión de incentivos fiscales para promover el crecimiento de la red de estaciones de carga.

El propósito de la investigación realizada por Linares Zarco [19] fue examinar las condiciones económicas, fiscales, sociales e infraestructurales en México, en vista del anuncio de una Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica por parte del gobierno federal. El autor plantea la pregunta central: ¿Están preparados la población, el gobierno y la industria automotriz mexicana para promover una mayor adopción de vehículos eléctricos, en línea con los compromisos internacionales para reducir la contaminación por CO₂ y mitigar el cambio climático? Partiendo de la hipótesis principal que actualmente el país no está listo para implementar una política de movilidad eléctrica a corto plazo, debido a diversos factores como la situación mundial postpandemia de COVID-19, la falta de incentivos fiscales para la producción y adquisición de estos vehículos, la escasa infraestructura de carga y otros obstáculos que dificultan su acceso para la mayoría de la población.

La tesina de López Barbosa [20] tuvo como objetivo examinar los incentivos establecidos por el Gobierno de la Ciudad de México para fomentar la transición de vehículos que utilizan gasolina por eléctricos. Se analizaron las particularidades de los usuarios de autos eléctricos y los factores que influyen en su decisión del cambio. Se incluye la propuesta de una política pública para facilitar esta transición y reducir la contaminación atmosférica. Se utilizó un enfoque de la economía del comportamiento para diseñar intervenciones con un impacto significativo en el comportamiento de las personas. La investigación se basa en datos cualitativos y empíricos recopilados de diversas fuentes. Se identificó la influencia de los incentivos económicos en la decisión de compra de vehículos eléctricos y se sugiere la inclusión de incentivos no económicos para acelerar la transición hacia tecnologías más limpias. El objetivo final es mejorar la calidad del aire y promover políticas de movilidad sostenible en la Ciudad de México.

Los autores en [21] realizaron un estudio para evaluar los costos y beneficios de los autos eléctricos en comparación con los de combustión interna. Se consultaron los sitios web oficiales de concesionarias que venden ambos tipos de vehículos. Aunque los autos eléctricos tienden a tener un precio de venta más alto, ofrecen ventajas como menores costos de mantenimiento, mayor eficiencia en el uso de combustible y una reducción o eliminación de emisiones de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, concluyeron que los autos eléctricos son una opción atractiva para aquellos que están considerando comprar un vehículo nuevo.

Una comparación entre las políticas implementadas en países desarrollados y la situación rezagada que enfrenta México en el control de emisiones provenientes de vehículos en movimiento, explicando esta disparidad a través de factores institucionales y cómo se reflejan estas diferencias en la oferta de productos en este sector fue realizada en [22]. Además, identificaron las barreras que dificultan la adopción de los llamados “vehículos verdes”, los cuales están ganando popularidad en naciones más avanzadas día a día.

En la Tesis de Cisneros Muñoz [23], se llevó a cabo una investigación, de naturaleza cualitativa y cuantitativa, donde el autor aborda el problema de comprender los factores que influyen en la compra de vehículos eléctricos en la Ciudad de México, así como el conjunto de políticas públicas necesarias para su desarrollo y las implicaciones que esto tiene para la movilidad futura en la ciudad. El objetivo principal de este trabajo fue analizar los factores que afectan la adquisición de vehículos eléctricos personales en la Ciudad de México durante el período comprendido entre 2014 y 2022. El autor concluye que las principales limitantes al adquirir este tipo de vehículos radican en la baja concientización del impacto ambiental y sus altos costos.

Castillo Rodríguez [9] realizó una investigación para medir la cantidad de g(CO₂)/Km que se ahorra al utilizar un vehículo eléctrico en comparación con los autos tradicionales de gasolina. Para esto, analizó primeramente una proyección del crecimiento de las ventas de coches eléctricos enfocándose en la Ciudad de México, donde el impacto medio ambiental sería mucho mayor.

Con lo anterior podemos observar que existe un gran interés desde hace años en conocer la evolución en cuanto al introducción de los vehículos eléctricos en México, por lo que en este trabajo se actualizarán las limitaciones actuales existentes, enfocándose en el Estado de Sinaloa.

3. Metodología

Para llevar a cabo este análisis, se optó por realizar un estudio exploratorio de carácter cuantitativo con un enfoque descriptivo. Se emplearon técnicas de recolección de datos, con el fin de obtener información detallada sobre las perspectivas de los conductores de Sinaloa en relación con los VEs; en lo que respecta a la selección de participantes, se tomó una muestra representativa de conductores del estado. Se diseñó un cuestionario que abordó temáticas relacionadas con el conocimiento de los VEs, las ventajas y desventajas percibidas, las barreras para su adopción y las expectativas sobre su futuro. Asimismo, se recopiló información de las páginas oficiales de las marcas de automóviles, considerando aquellos totalmente eléctricos disponibles en el mercado actual, destacando precio de venta y autonomía, como se puede observar en la Tabla 1. Algunas marcas con presencia en el estado de Sinaloa pero que solo ofrecen opciones híbridas se encuentra Chirey, Honda, Toyota y Mitsubishi; y las que aún no ofrecen ninguna opción están Volkswagen, Acura, Dodge, Mazda, Cupra, Omoda, Fiat y Jeep

Tabla 1. Concentrado de vehículos eléctricos considerando precio y autonomía.

Marca	Modelo	Precio (MXN)	Autonomía (km)
KIA	EV6 GT Line (2024)	1,174,900	424
	EV6 GT (2024)	1,334,900	506
Chevrolet	BOLT EUV (2023)	658,700	397
Hyundai	IONIQ 5 N		580
Tesla	Model S	1,484,900	647
	Model S Plain	1,804,900	578
	Model 3	799,00	438
	Model 3 Long Range	879,00	548
	Model 3 Performance	1,029,000	476
	Model X	1,584,900	539
	Model X Plaid	1,894,900	525
	Model Y	829,00	394
	Model Y de autonomía mayor	929,000	497
	Model Y Performance	1,029,900	459
Volvo	C40	1,259,900	549
	XC40	1,164,900	590
	EX30	n/d	476

	EX90	n/d	600
BYD	Dolphin Mini	358,800	300
	Dolphin Mini Plus	398,800	380
Renault	KWID E-TECH	357,000	298
Nissan	Nissan Leaf SL 2022	964,900	340
		969,900	340
Gwm	Ora 03 Premium	536,900	374
	Ora 03 Luxury	599,900	500
Ford	Mustang Mach E Premium	1,149,000	465
	Mustang Mach E GT Performance	1,299,000	410
Mercedes	EQE 350 +	1,599,900	660
	MG EQE 53 4MATIC+	2,299,900	660
	EQS 450+	2,725,900	783
	EQS 580 4MATIC	3,366,900	682
	AMG EQS 53 4MATIC+	3,901,900	570
	EQA 300 4MATIC	1,250,900	438
	EQB 300 4MATIC	1,341,900	423
	EQE 350+	1,749,900	-
	EQS 450+	2,099,00	-
JAC	E 10x	357,000	360
	E J7	730,000	492
	E Sei4 Pro	753,000	450
MG	I MG4 Style	459,900	520
	I MG4 Extended Range	579,000	520
	I MG4 X Power	699,000	520
	ZS	528,900	320
BMW	BMW iX2	1,380,000	417-449
	BMW i7 M70	3,825,000	559

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, en la Tabla 2 se resume el gasto energético total de la carga, para ello se consideró la capacidad de las baterías (kW/h) por el precio del kilovatio por hora de referencia (según la Comisión Federal de Electricidad - CFE). Los costos manejados por la CFE para Sinaloa son de \$1.027 (MXN) los primero 175 kW/h y \$1.251 para cada uno de los siguientes 225 kW/h. En el caso de la tarifa de verano los valores cambian a \$0.921 y \$1.067 respectivamente. La Tabla 2 resume las capacidades de las baterías de diversos vehículos eléctricos disponibles en el mercado y el costo de la recarga completa, considerando los precios de la CFE en el Estado de Sinaloa, mencionados anteriormente. Para fines comparativos, si se consideran en los vehículos de gasolina tanques de 40 a 60 litros, el costo de llenarlo actualmente es de \$22.17 y \$23.98 de gasolina magna y premium respectivamente; por lo tanto, una carga completa de gasolina magna correspondería a un gasto de entre \$886 a \$1330.20 y de premium entre \$959.20 y \$1438.80 para alcanzar las autonomías correspondientes a la Tabla 1.

Tabla 2. Costos de cargas completas.

Marca	Capacidad de batería (kWh)	Costo recarga completa (MXN)	Costo recarga completa (precio verano) (MXN)
KIA	77.4	79.49	71.29
Chevrolet	66	67.78	60.79
Hyundai	84	86.27	77.36
Tesla	60	61.62	55.26

	75	77.03	69.08
	90	92.43	82.89
	100	102.70	92.10
Volvo	150	154.05	138.15
BYD	30.08	30.89	27.70
	38	39.03	35.00
Renault	27	27.73	24.87
Nissan	40	41.08	36.84
Gwm	47.8	49.09	44.02
	63.14	64.84	58.15
Ford	91	93.46	83.81
	91	93.46	83.81
Mercedes	100	102.70	92.10
JAC	31.4	32.25	28.92
	50.1	51.45	46.14
	51.9	53.30	47.80
MG	64	65.73	58.94
	51	52.38	46.97
BMW	64.8	66.55	59.68
	105.7	108.55	97.35

Fuente: Elaboración propia.

Para conocer la percepción de los automovilistas y su interés ante el cambio, objetivo principal de esta investigación, se aplicó una encuesta mediante *Google Forms*, donde se consideró una muestra de los conductores del estado de Sinaloa, personas mayores de 18 que contaran con un automóvil. Se utilizó el instrumento de recopilación de datos con tres categorías, información personal (género, edad, ciudad de residencia, si tiene un auto de su propiedad y su tipo); nivel de conocimiento de los vehículos eléctricos y percepción sobre la problemática del ingreso de autos eléctricos en Sinaloa, utilizando la escala tipo *Likert* con tres opciones (*mucho, poco, nada*).

Finalmente, el instrumento se distribuyó por medio de *WhatsApp* procurando en todo momento evitar sesgos en las respuestas, realizando una presentación del encuestador y del tema. Las actividades destinadas a la obtención de datos de los sujetos de estudio se realizaron durante el mes de mayo de 2024, distribuyendo la encuesta a personas mayores de edades del estado de Sinaloa. Para mantener el anonimato se realizó el compromiso de no divulgar las respuestas sin procesar los datos.

4. Análisis y Resultados

Los datos obtenidos a través de las encuestas a 2,130 conductores del estado de Sinaloa fueron analizados de forma cualitativa utilizando técnicas como el análisis de contenido. Se identificaron patrones, temas emergentes y categorías que permitan comprender la percepción de los conductores sobre los VEs. Del total de personas que participaron en la encuesta 890 eran residentes de Culiacán, 900 de Mazatlán, 120 de Los Mochis, 30 de El Rosario, 20 de Escuinapa y 170 de los otros municipios del estado. Los datos fueron resumidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos demográficos.

Atributo	Variable	f	Porcentaje (%)
Género	Masculino	1520	71.36
	Femenino	610	28.64
Edad	18-25	60	2.82
	26-30	50	2.35
	31-35	160	7.51
	36-40	390	18.31
	41-45	410	19.25
	46-más	1060	49.77
Auto de su propiedad	Si	2060	96.71

	No	70	3.29
Tipo de vehículo	Gasolina	2090	98.12
	Eléctrico	0	0
	Híbrido	40	1.88

Fuente: Elaboración propia.

Una vez recopilados y examinados los datos demográficos de los encuestados, se procedió a analizar el siguiente bloque del cuestionario, el cual proporcionó información relevante. En esta segunda sección se evaluó el nivel de conocimiento respecto a los vehículos eléctricos. Para ello, se utilizó una escala de *Likert* de tres niveles, definida como: mucho, poco y nada. Todas las afirmaciones y resultados se presentan detalladamente en la Tabla 4.

Tabla 4. Conocimiento acerca del funcionamiento de los autos eléctricos.

	Mucho		Poco		Nada	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
Nivel de conocimiento acerca del funcionamiento de los autos híbridos y eléctricos	400	18.78	1440	67.61	290	13.62
Nivel de conocimiento sobre los métodos de carga de los vehículos eléctricos	410	19.25	1280	60.09	440	20.66
Nivel de conocimiento sobre las marcas de coches que ofrecen vehículos eléctricos	330	15.49	1520	71.36	280	13.15

Fuente: Elaboración propia.

Se observó que en todas las preguntas predomina como respuesta el *poco* conocimiento de los encuestados con temas relacionados a los autos eléctricos, desde su funcionamiento, métodos de carga y las marcas que manejan y distribuyen este tipo de vehículos, entre el 60 y 71%. Así mismo, aquellas personas que dicen saber mucho al respecto son entre el 15 y 19%.

En la última sección se les cuestionó a los conductores sobre cuales consideraban que eran las principales barreras para el cambio a autos eléctricos en el estado de Sinaloa. En la Figura 2 se presentan las respuestas obtenidas, claramente se observa que la principal limitante de las personas es el precio de las unidades (43.66%), los cuales son considerablemente altos según los datos recopilados en la Tabla 1, es segundo lugar, la falta de infraestructura en el estado (32.86%), donde claramente se tiene una gran limitante en zonas de carga pública con 22 puntos a lo largo de todo Sinaloa. Finalmente, otras respuestas fueron la poca disponibilidad (5.16%), tiempo de autonomía (6.57%) y la confianza en este tipo de tecnologías (11.74%). Otra de las preguntas incluida en la encuesta fue, *en caso de decidir realizar el cambio a un coche totalmente eléctrico, cuál sería la principal característica por considerar*, las respuestas se presentan en la Figura 3. Donde el costo sigue siendo el principal punto para realizar dicho cambio con un 38.97%, seguido de la autonomía que pueda ofrecer el coche en un 29.58%, mantenimiento que puedan ofrecer las agencias y la infraestructura ofrecida por la ciudad donde se habita fueron las respuestas siguientes con un 16.90% y 14.08% respectivamente. Solo una persona dentro de todos los encuestados mencionó los accesorios como una característica a tomar en cuenta.

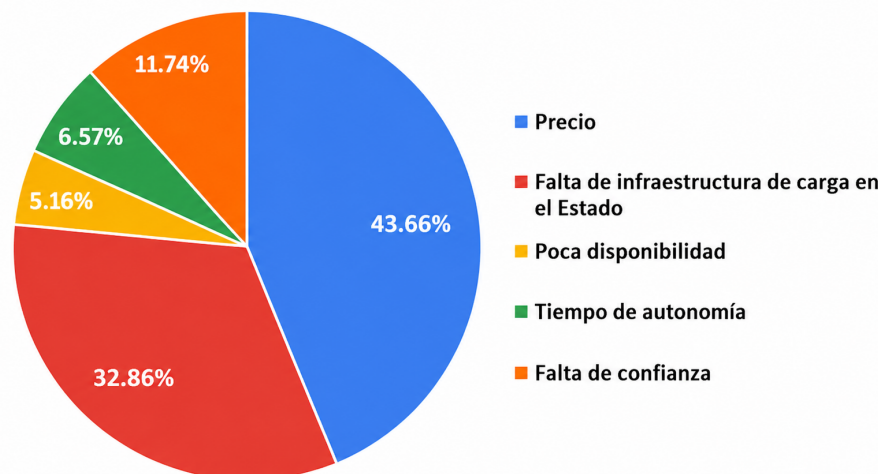


Figura 2. Principal barrera considerada para el aumento de autos eléctricos en Sinaloa.

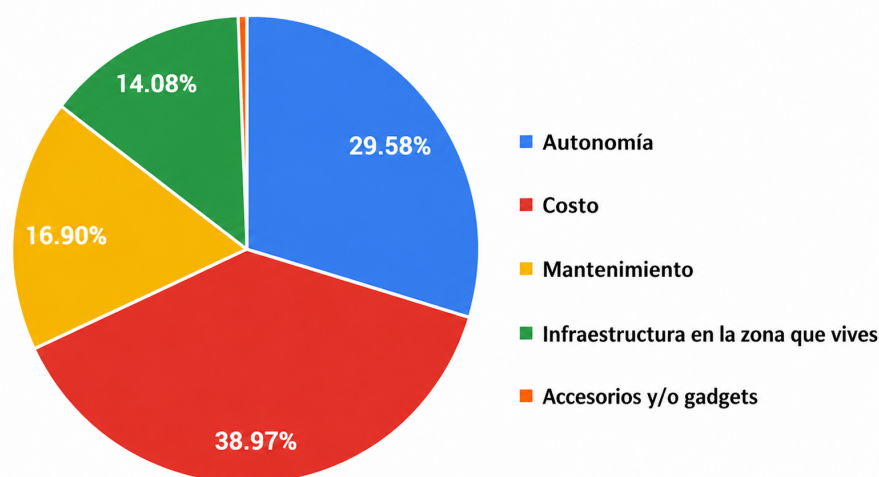


Figura 3. Principal característica por considerar en el caso de adquirir un vehículo totalmente eléctrico.

5. Discusión y conclusiones

Esta investigación llevó a cabo un estudio para explorar y comprender la percepción de los conductores del estado de Sinaloa en relación con la transición hacia el uso de vehículos eléctricos (VEs). Los resultados proporcionaron información valiosa para comprender los factores que influyen en la decisión de los conductores para poder adoptar este tipo de coches.

El análisis de los datos recopilados revela varios puntos destacados en la percepción y conocimiento de los conductores del estado de Sinaloa respecto a los vehículos eléctricos. En primer lugar, los datos demográficos presentados en la Tabla 3 muestran un predominio de conductores masculinos (71.36%) y una distribución de edades que destaca en el rango de 46 años o más (49.77%). Este perfil podría influir en la percepción y disposición hacia la adopción de vehículos eléctricos, sugiriendo que las campañas de información y promoción podrían necesitar estar adaptadas para diferentes grupos de edad y género.

El hecho de que el 96.71% de los encuestados posea un vehículo de gasolina y solo el 1.88% un híbrido, sin que ninguno posea un vehículo completamente eléctrico, subraya una clara preferencia y dependencia de los automóviles tradicionales. Este hallazgo es consistente con la baja penetración de vehículos eléctricos en el mercado de Sinaloa y puede estar relacionado con factores socioeconómicos y de infraestructura.

En la evaluación del conocimiento sobre los vehículos eléctricos, predominó una falta de conocimiento significativo entre los encuestados. La mayoría reportó tener *poco* conocimiento sobre el funcionamiento de los autos eléctricos (67.61%), los métodos de carga (60.09%) y las marcas que los ofrecen (71.36%). Este

desconocimiento generalizado destaca la necesidad urgente de campañas educativas y de concientización para informar al público sobre los beneficios y la funcionalidad de los vehículos eléctricos.

Las barreras identificadas para la adopción de vehículos eléctricos fueron principalmente el precio (43.66%) y la falta de infraestructura de carga (32.86%). Estos resultados son coherentes con los desafíos comunes reportados en otras regiones en proceso de transición hacia la electromovilidad. La percepción del alto costo de los vehículos eléctricos y la insuficiencia de puntos de carga pública son obstáculos significativos que deben abordarse a través de políticas públicas y subsidios que hagan más accesibles estos vehículos a la población general.

La discusión también revela que, si los conductores consideraran cambiar a vehículos eléctricos, los factores determinantes serían el costo (38.97%) y la autonomía (29.58%). Este énfasis en el costo y la autonomía indica que, además de mejorar la infraestructura, es esencial que los fabricantes de vehículos eléctricos desarrollen modelos más asequibles y con mayores rangos de autonomía para satisfacer las expectativas y necesidades del mercado. Este estudio contribuye a promover la adopción de VEs en el estado de Sinaloa, al identificar las barreras y oportunidades para su implementación.

Gracias al análisis de los datos obtenidos mediante el instrumento aplicado como cuestionario a los conductores del estado de Sinaloa, se infiere que la percepción y el conocimiento sobre los vehículos eléctricos entre los conductores del estado de Sinaloa son limitados, con un claro dominio de vehículos de gasolina en el parque vehicular actual. Los principales obstáculos identificados para la adopción de vehículos eléctricos son el alto costo y la falta de infraestructura de carga, lo cual sugiere que cualquier esfuerzo por fomentar la electromovilidad en la región debe enfocarse en superar estas barreras. Además, los datos demográficos y la distribución del conocimiento subrayan la necesidad de campañas de educación y promoción dirigidas a diferentes segmentos de la población, considerando las particularidades de género y edad. Asimismo, las políticas públicas deben centrarse en proporcionar incentivos financieros, mejorar la infraestructura de carga y garantizar la disponibilidad de modelos de vehículos eléctricos que sean accesibles y ofrezcan una autonomía adecuada.

Se concluye que, para facilitar la transición hacia una movilidad más sostenible en el estado de Sinaloa, es importante abordar tanto las barreras económicas como las de infraestructura, al tiempo que se incrementa el conocimiento y la aceptación de los vehículos eléctricos entre la población. Se espera que este estudio tenga un impacto positivo en la sociedad sinaloense al contribuir a la adopción de VE, lo que se traduce en beneficios ambientales, económicos y sociales.

6. Trabajo futuro

Como trabajo a futuro se plantea analizar otras variables como el estatus socioeconómico de los dueños de autos y posibles compradores, el costo beneficio de tener centros de carga en casa, así como un estudio del impacto ambiental de las baterías utilizadas por este tipo de vehículos.

7. Referencias

- [1] Barbecho Bautista, P., López Lizárraga, C. L., Medina Rocha, C. E., Tripp-Barba, C., Aguilar Calderón, J. A., Urquiza-Aguilar, L. (2022). Análisis del impacto del uso de vehículos eléctricos en la contaminación usando mapas reales de Mazatlán, México. *Revista De Investigación en Tecnologías de la Información*, 10 (22), 148–157. <https://doi.org/10.36825/RITI.10.22.011>
- [2] Campanari, S., Manzolini, G., Garcia de la Iglesia, F. (2009). Energy analysis of electric vehicles using batteries or fuel cells through well-to-wheel driving cycle simulations. *Journal of Power Sources*, 186 (2), 464-477. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2008.09.115>
- [3] Carrillo, J., de los Santos Gómez, J. S., Briones, J. (2020). *Hacia una electromovilidad pública en México. Naciones Unida / (CEPAL)*. <https://hdl.handle.net/11362/46060>
- [4] Castillo Rodríguez, J. (2024). La producción y uso de autos eléctricos en la Ciudad de México, para la disminución de la contaminación. *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales (RUDICS)*, 15 (28) 1-6. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2024.15.28.1>

- [5] Castro, I. (2023). *Autos eléctricos: estos son los centros de carga que hay en Sinaloa*. <https://www.luznoticias.mx/2023-03-21/sinaloa/autos-electricos-estos-son-los-centros-de-carga-que-hay-en-sinaloa/159547>
- [6] CEMDA. (2018). *Contaminación del Aire en México*. <https://www.cemda.org.mx/calidad-del-aire/>
- [7] CFE. (2024). *¿Qué son las electrolineras?* <https://www.cfe.mx/paese/serviciospaese/Pages/electrolineras.aspx>
- [8] Cisneros Muñoz, C. R. (2023). *El futuro de la movilidad eléctrica en la ciudad de México* [Tesis de Grado]. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/retrieve/4e3a32dc-9e1c-4e29-bfc7-6fe56c4545d6/51356.pdf>
- [9] Gobierno del Estado de Sinaloa. (2024). *Tenencia Vehicular*. https://portalfiscal.sinaloa.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=163&Itemid=767
- [10] Helmers, E., Marx, P. (2012). Electric cars: technical characteristics and environmental impacts. *Environmental Sciences Europe*, 24 (14), 1-15. <https://doi.org/10.1186/2190-4715-24-14>
- [11] Higuera Castillo, E. (2021). *Modelización del comportamiento del consumidor en la adopción de vehículos eléctricos e híbridos* [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada, España. <http://hdl.handle.net/10481/66725>
- [12] INEGI. (2024). *Venta de vehículos híbridos y eléctricos por entidad federativa*. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=RAIAVL_11&bd=RAIAVL
- [13] Landeros Martínez, E. (2023). *Contaminación del aire: por qué debe ser un tema urgente*. <https://futurociudades.tec.mx/es/contaminacion-del-aire-por-que-debe-ser-un-tema-urgente>
- [14] Linares Zarco, J. (2023). La movilidad eléctrica en México en la tercera década del siglo XXI. Retos y oportunidades. En J. E. Isaac Egurrola [Coord.] *Nuevas territorialidades-economía sectorial y reconfiguración territorial*. UNAM-AMECIDER. <https://ru.iiec.unam.mx/6142/>
- [15] López Barbosa, A. (2023). *Mecanismos complementarios para la transición del parque vehicular eléctrico privado en la Ciudad de México* [Tesis de maestría]. Centro de Investigación y Docencia Económicas, México. <http://hdl.handle.net/11651/5692>
- [16] Montiel Tadeo, O., Morales Fuentes, E., Nolasco Caba, N. (2021). Evaluación de los Costos-beneficios de los autos eléctricos. *Kaanbal Revista Universitaria*, II (11), 16-23. <https://kaanbal.olmeca.edu.mx/wp-content/uploads/2023/04/kaanbal-11.pdf#page=18>
- [17] RAMA (2023). *¿Qué es la contaminación del aire?* <https://rama.edomex.gob.mx/imeca>
- [18] Ramírez Lira, D. (2024). *Guía de electrolineras en México para recarga de coches eléctricos*. <https://blog.enerlink.com/guia-de-electrolineras-en-mexico-para-recarga-de-coches-electricos>
- [19] Rodrigues Teixeira, A. C., Sodr e, J. R. (2018). Impacts of replacement of engine powered vehicles by electric vehicles on energy consumption and CO2 emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 59, 375-384. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.01.004>
- [20] Sánchez, L. G., Fabela, M. J., Vázquez, D., Hernández J. R. (2022). Situación de la electromovilidad en México. *NOTAS*, (195). <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=550&IdBoletin=196>
- [21] Sánchez Gaspariano, L. A., Martínez Gómez, C. I. (2023). Automoción eléctrica en México. *RD-ICUAP*, 9 (26), 1-12. <https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2023.26.1079>
- [22] SEMARNAT. (2023). *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/832517/2.3.ENME.pdf>
- [23] Silva Pastor, J. M., Esparza Flores, M. (2021). La normativa de emisiones en el sector automotriz en el contexto de la sustentabilidad: un comparativo entre México y el primer mundo. *Memoria Universitaria*, 3 (2), 1-18. <https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/MemUni/article/view/1294>