

6. La electromovilidad en México, una estrategia de transición energética hacia una industria de movilidad verde



ÁNGEL DE JESÚS MC NAMARA VALDÉS*

ANDREA ALEJANDRA RENDÓN PEÑA**

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.370.06>

Resumen

México enfrenta el desafío global de la transición energética, la adopción de energías alternativas se vuelve ahora una de las tareas prioritarias, no solamente para satisfacer la demanda energética, sino también para el sector movilidad y transporte que pueda funcionar con vehículos eléctricos y se construya una industria de movilidad más sustentable. La electromovilidad emerge como una estrategia central en este proceso, ofreciendo la oportunidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles, disminuir las emisiones contaminantes en los centros urbanos y fomentar el desarrollo de una industria verde nacional. El objetivo de este trabajo es explorar el panorama actual de la electromovilidad en México por medio del análisis del potencial para impulsar la transición en términos de marco legal, infraestructura y preferencia por utilizar vehículos eléctricos. La metodología utilizada para este trabajo fue del tipo mixta, examinando aspectos cuantitativos en términos de puntos de carga, vehículos eléctricos en circulación en México y el consumo energético nacional, también aspectos cualitativos

* Doctorado en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad en el Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8640-9741> ; correo electrónico: amcnamarav@ipn.mx

** Maestra en Ciencias Fisicomatemáticas. Directora de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Energía y Movilidad del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8326-8341>

como la percepción de la movilidad eléctrica y las tendencias de movilidad de las personas y las mercancías. Los resultados muestran que la adopción de vehículos eléctricos en México va en aumento y que el desarrollo de la infraestructura de carga tiene diversas áreas de oportunidad, lo que ocasiona una percepción social dividida sobre la electromovilidad como estrategia de industria verde para la movilidad.

Palabras clave: *electromovilidad, industria verde, transición energética, percepción.*

Introducción

En los últimos tiempos en este siglo XXI, la humanidad está viviendo una era de desafíos ambientales más complejos nunca vistos, marcada por la creciente conciencia de que el modelo de desarrollo predominante ha alcanzado sus límites ecológicos (Echavarría et al., 2023). La crisis climática, la pérdida acelerada de biodiversidad y la contaminación generalizada son síntomas de un sistema económico que durante siglos ha priorizado el crecimiento a corto plazo sobre la sustentabilidad a largo plazo (Flores et al., 2023; Solís, 2025). Es en este contexto, donde la necesidad de la transición energética global comienza a resonar en todos los sectores, desde los gobiernos y las empresas hasta la sociedad civil, teniendo en cuenta que no se trata solamente de un cambio en términos tecnológicos sino de una transformación integral y de estructura que exige el cambio de paradigmas en términos políticos, sociales, económicos y ambientales.

La herencia de los combustibles fósiles

De acuerdo con Soeder (2025), la dependencia histórica de los combustibles fósiles, carbón, petróleo y gas natural ha sido el pilar del desarrollo industrial desde la Revolución Industrial del siglo XVIII. Estos recursos permitieron el impulso de las economías mediante la fuerza de la maquinaria que permitió llevar a cabo los procesos de producción de una manera más rápida,

esto trajo consigo empleo y avances tecnológicos en paralelo, a medida que se expandía su uso; sin embargo, su explotación masiva ha generado externalidades negativas que trascienden las fronteras nacionales, afectando tanto a países desarrollados como a aquellos en vías de desarrollo (Gandomi et al., 2024). Dentro de las consecuencias más graves se encuentran: el cambio climático, donde el papel de los combustibles fósiles ha sido generar emisiones que encapsulan los rayos del sol que impactan la Tierra provocando el aumento de la temperatura general, esto ha provocado fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes, sequías e inundaciones, que amenazan la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia de millones de personas. De acuerdo con Miyazaki y Bowman (2023), la degradación de la calidad del aire es uno de los efectos devastadores, las ciudades industrializadas enfrentan crisis recurrentes de smog, con graves repercusiones en la salud pública. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación atmosférica causa más de 7 millones de muertes prematuras al año. Otra de las consecuencias es la inestabilidad e inseguridad energética entre naciones, la geopolítica de los combustibles fósiles ha generado conflictos por el control de recursos, dependencia económica de países exportadores y volatilidad en los precios; uno de los ejemplos más recientes es la crisis energética del año 2022 tras la invasión de Rusia a Ucrania.

La importancia de la transición energética

De acuerdo con Juárez (2023), la adopción de fuentes de energía alternativas como la solar, eólica, hidrógeno verde y biomasa se ha convertido en una prioridad ineludible. Sin embargo, la transición no se limita a reemplazar una fuente de energía por otra; implica una reconfiguración integral de los sistemas productivos y de consumo. Esto se debe a dos principales características de las energías antes mencionadas, su intermitencia y el gran reto del almacenamiento de energía. Dentro de los ejes de la transición energética se encuentran la innovación tecnológica como desarrollo de avances en almacenamiento de energía baterías de litio o de hidrógeno redes inteligentes y eficiencia energética están permitiendo una integración más estable de

renovables en la matriz energética. Política pública sólida y ambiciosa como el Pacto Verde Europeo y la Ley de Reducción de la Inflación (IRA) en Estados Unidos están impulsando inversiones billonarias en infraestructura sustentable, considerando que los impuestos al carbono y los subsidios a energías limpias son herramientas cada vez más utilizadas (Ullah et al., 2024), y no menos importante, pero fundamental, el cambio cultural y empresarial: cada vez se tienen consumidores más demandantes de productos y servicios sustentables que utilicen modelos circulares y compromisos de reducción de emisiones netas o Net Zero (Wahlund y Palm, 2022).

Situación en México

México, como actor relevante en el escenario global por su posición geopolítica, su economía emergente y su riqueza en recursos naturales, no es ajeno a la coyuntura crítica que define al siglo XXI en materia energética y ambiental. De acuerdo con Straffon, Ferrari y Masera (2024), el país enfrenta un doble desafío estructural: por un lado, debe satisfacer una demanda energética en constante crecimiento, impulsada por su desarrollo económico, la expansión demográfica con más de 130 millones de habitantes y un proceso de urbanización acelerado y, por otro, está obligado a mitigar su contribución a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), las cuales representaron en 2019: 736.63 millones de toneladas aproximadamente el 1.3% del total mundial, según el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Esta dualidad expone tensiones profundas entre el modelo tradicional basado en hidrocarburos con Pemex como eje histórico y los compromisos internacionales adquiridos bajo el Acuerdo de París, que exigen reducir un 22% las emisiones de GEI para 2030.

De acuerdo con Reyes, Reyes y Turrubiarres (2024), en México ocurre uno de los fenómenos más interesantes en materia energética, una paradoja que deja ver la rivalidad entre recursos naturales y dependencia externa. México es un país con un potencial enorme en energías renovables: cuenta con una de las radiaciones solares más altas del mundo, especialmente en el norte y centro, corredores eólicos excepcionales como el Istmo de Tehuantepec y recursos geotérmicos, siendo el cuarto productor global; sin

embargo, su matriz energética sigue dominada por los combustibles fósiles, que aportan cerca del 80% de la energía primaria, según la Secretaría de Energía (Sener). Esta dependencia tiene consecuencias críticas entre las que se encuentra la vulnerabilidad económica, ya que a pesar de ser productor de petróleo, México importa más del 60% de la gasolina y el diésel que consume, debido a la obsolescencia de sus refinerías. Esto genera una factura millonaria en divisas y exposición a volatilidad de precios. En cuanto al impacto ambiental, el sector energético es responsable del 25% de las emisiones nacionales de GEI, con centrales termoeléctricas y flotas vehiculares obsoletas como principales áreas de oportunidad.

La movilidad como oportunidad

Siguiendo a Alves y Odriozola (2024), el sector del transporte y de la movilidad en general emerge como un contribuyente clave a la contaminación y la ineficiencia, uno de los principales puntos es la contaminación en espacios urbanos por medio del parque vehicular en México el cual cuenta con más de 50 millones de unidades, de las cuales el 70% de ellas tienen más de 10 años de antigüedad, por lo cual es una de las principales fuentes de emisiones en entidades como la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara (Toledo, 2023; Barbosa, 2023). Estas metrópolis figuran recurrentemente en *rankings* de mala calidad del aire, vinculada a 17 000 muertes prematuras anuales INECC. De acuerdo con Rocha y otros (2024), la dependencia tecnológica es pieza clave; menos del 1% de los vehículos en circulación son eléctricos o híbridos, muy por debajo de la media global, debido a barreras como altos costos, falta de infraestructura de carga, ya que sólo hay alrededor de 1 200 electrolineras en todo el país, y políticas públicas inconsistentes, que no favorecen el consumo de tecnología y dejan al consumidor vulnerable. Pieza clave de la movilidad, el transporte público, sistemas masivos como el Sistema de Transporte Colectivo (Metro) de la Ciudad de México o los autobuses urbanos operan con tecnologías obsoletas, mientras el transporte de carga depende en un 90% del diésel, un combustible altamente contaminante y causante de muchas externalidades negativas a la salud humana.

Pero en esa búsqueda de la transición energética hacia un sistema de movilidad sustentable, el enfoque no solamente puede ser ambiental, sino también una oportunidad social y económica, atendiendo así las demandas sociales que habían quedado olvidadas durante años (Del Río et al., 2023; Pallonetto, 2023).

Dentro de esa búsqueda de la transformación se encuentra la iniciativa pública, por ejemplo, el Programa de Electromovilidad que la Sener y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) han desarrollado en la búsqueda de que el parque vehicular pueda reducir sus emisiones de GEI y se utilicen en su mayoría los medios de movilidad eléctrica existentes. En términos de proyectos de movilidad eléctrica, en la Ciudad de México han surgido proyectos como las tres líneas de Cablebús, un sistema de teleféricos utilizados para el transporte público de personas que operan en zonas de difícil acceso con energía eléctrica, un avance tecnológico bastante adecuado para el contexto mexicano, además de sistemas como el trolebús que prestan servicio de transporte con autobuses 100% eléctricos (Nochebuena et al., 2023).

En la iniciativa privada es posible encontrar empresas mexicanas como Zacua (2025), una empresa mexicana comprometida con el ambiente y la sustentabilidad. “En Zacua creemos y confiamos en el planteamiento de una mejor movilidad urbana, que tenga menor impacto ambiental. También creemos en el compromiso de un mejor futuro para todos, apoyando la transición de México hacia industrias más verdes”, por mencionar un ejemplo.

Desarrollo

Para la exploración del panorama actual de la electromovilidad en México se tomaron diversos elementos de análisis como la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME) en la cual se establece la electromovilidad como una alternativa de transporte para el gran desafío de desplazamiento en las ciudades. Es un término que ha sido adoptado para referirse a los vehículos que utilizan de manera total o parcial sistemas de propulsión eléctrica, los vehículos pueden ser desde bicicletas y motocicletas, hasta trenes y aviones.

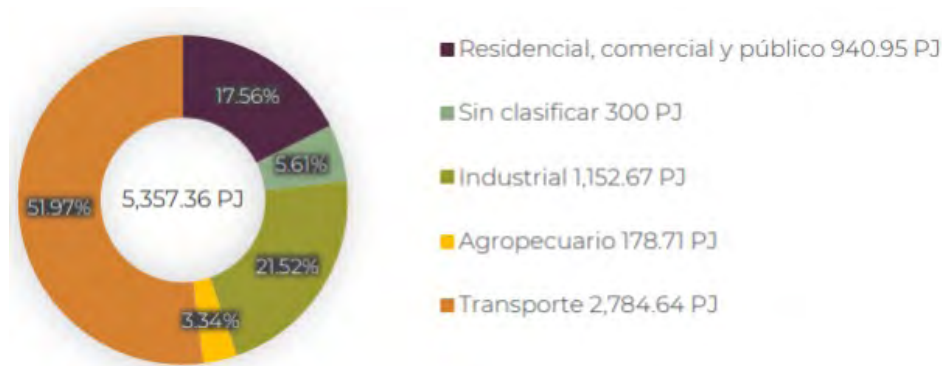
En la ENME señalan que México podría mejorar sustancialmente la calidad del aire y su eficiencia energética mediante la electrificación del transporte. Los autos eléctricos, al no utilizar combustibles contaminantes y operar con sistemas de alto rendimiento, ofrecen una alternativa limpia y tecnológicamente superior a los vehículos tradicionales. De acuerdo con Sandoval (2023), los motores de gasolina tradicionales presentan una eficiencia energética limitada, donde apenas el 25% de la energía del combustible se transforma en movimiento mecánico para las ruedas; el 75% restante se pierde principalmente como calor residual y energía disipada por fricción interna en los componentes del motor, a diferencia de un motor eléctrico el cual contiene menor cantidad de piezas móviles y que tampoco utiliza fluidos para su funcionamiento (Martínez y Gassinski, 2022). Es en este caso en el cual la combinación de ambas metodologías de propulsión puede utilizarse para llegar a un punto de mayor eficiencia, los vehículos con sistemas de propulsión eléctrica logran una mejora sustancial en eficiencia energética. Un automóvil híbrido, que combina un motor de combustión interna alimentado por hidrocarburos, con un motor eléctrico impulsado por baterías, puede incrementar su rendimiento energético en al menos un 30% gracias a la implementación de tecnologías de recuperación de energía, como los sistemas de frenado regenerativo.

Dentro de este mundo de los vehículos híbridos destacan los vehículos híbridos enchufables, que se caracterizan por recargar sus baterías en estaciones especializadas mediante conexión directa a la red eléctrica. Estos modelos incorporan paquetes de baterías de alta capacidad que les permiten operar exclusivamente en modo eléctrico, logrando incrementar su eficiencia energética entre un 31 y un 49% respecto a vehículos convencionales (Zhang y Ma, 2022). Los automóviles 100% eléctricos operan exclusivamente con un sistema de propulsión eléctrica y paquetes de baterías de gran capacidad. Estos vehículos se recargan mediante conexión directa a estaciones especializadas, logrando una notable eficiencia energética, del 77% en la conversión de energía eléctrica a movimiento (Yadlapalli, 2022).

De acuerdo con la CONUEE, en 2021, el consumo de combustibles en el sector de transporte nacional totalizó 2 784.644 petajulios (PJ), lo cual fue 63.45% mayor que en el año 2020; esto representó 51.98% del consumo total de energía en el país. Esto puede ser analizado desde el punto de vista

de la pandemia, en 2020, las recomendaciones en México fueron no salir de casa, por lo que se puede leer un aumento significativo en el consumo de combustible. De los 2 784.644 PJ utilizados en este sector, apenas 5 693 PJ provinieron de electricidad para vehículos eléctricos, lo que equivale a un mínimo 0.2% de participación en la matriz energética del transporte. Según datos de World Energy Balances (IEA), en 2022 el sector transporte representó aproximadamente el 38.87% del consumo energético global. A continuación, en la figura 6.1 se muestra el consumo de energía final por sector en México en el año 2021.

Figura 6.1. Consumo final energético por sector



Fuente: Sener-CONUEE.

Para la fracción de esa porción que utiliza el transporte es posible analizarla desde cada uno de los porcentajes de los energéticos utilizados. En la figura 6.2 se muestra el porcentaje de consumo energético del transporte por cada energético.

Figura 6.2. Porcentaje de consumo energético del transporte



Fuente: Sener-CONUEE.

De dicha gráfica se puede interpretar que existe dominio de combustibles fósiles, la gasolina, con 66.93% y el diésel, 25.7% lideran el consumo, reflejando la dependencia actual de los vehículos convencionales, también revelan que existe baja participación de energías limpias, pues la electricidad representa solo 0.2%, confirmando lo marginal de la movilidad eléctrica en el mix energético global del transporte.

En términos del parque vehicular en México, es punto clave la transformación y adquisición de vehículos eléctricos. De acuerdo con la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A. C. Entre enero de 2020 y diciembre de 2022, se comercializaron un total de 122 549 autos híbridos y eléctricos en México. Las ventas se concentraron principalmente en diez entidades: Ciudad de México, Estado de México, Nuevo León, Jalisco, Puebla, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, Veracruz y Coahuila. Sin embargo, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI), para comienzos de este 2025, se han registrado caídas importantes en las ventas de autos eléctricos, para el primer trimestre de 2025, las ventas cayeron 15.4%; en marzo, sólo se comercializaron 1 655 vehículos, al igual que en febrero cayeron 13.21%, con solamente 1 307 unidades vendidas, el nivel más bajo desde octubre de 2023.

Esta caída se produce después de un cierre de 2024 que ya reflejaba una desaceleración, en medio de un declive generalizado en la demanda de vehículos eléctricos. Según datos de Tata Consultancy Services, el 54% de los fabricantes de automóviles reportan una disminución en las ventas, y el 25% anticipa que esta baja persistirá durante al menos los próximos dos años.

En el segmento de vehículos híbridos, las ventas también muestran una ralentización. Durante marzo, se comercializaron 9 742 unidades, lo cual representa un aumento anual de 39.71%, cifra inferior al crecimiento del 68.02% registrado en diciembre de 2024, mes en que se vendieron 12 289 unidades, marcando un récord. Por otro lado, los híbridos enchufables experimentaron un repunte, con 828 unidades vendidas en marzo, un 94.37% más que el año anterior y un total de 2 533 unidades en el trimestre. De acuerdo con la Asociación Electro Movilidad (EMA), este subsector cerró el primer trimestre con 11 192 unidades, destacando el impulso de Build Your Dreams (BYD), cuya demanda creció un 514.2% frente al mismo periodo del año pasado.

Uno de los principales desafíos para la adopción de vehículos eléctricos en México es la infraestructura de recarga. Aunque el país cuenta con 3 514 estaciones públicas y 43 942 puntos privados (según el Oxford Institute for Energy Studies), la penetración de estos autos sigue siendo baja debido a su alto costo y su limitada presencia en el mercado. No obstante, se han logrado avances significativos gracias a la colaboración entre la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y empresas privadas, alcanzando más de 2 000 estaciones de carga para finales de 2022. Entre las opciones disponibles destacan redes exclusivas como Tesla y sistemas públicos como ChargeNow (desarrollado en alianza con CFE, BMW y Nissan). Además, existe un corredor de carga rápida de 430 km que conecta San Luis Potosí, Ciudad de México y Puebla.

Los incentivos gubernamentales son otro pilar clave para impulsar esta transición. A nivel nacional, se ofrecen beneficios como:

- Exención del ISAN (impuesto federal sobre autos nuevos).
- Deducciones del ISR por depreciación de vehículos eléctricos y hasta 25% por inversiones en bicicletas o motocicletas eléctricas.

- Descuentos en casetas de peaje (CDMX y Edomex) y exención de tenencia por 5 años (con 50% de descuento los siguientes 5).
- Instalación gratuita de medidores para cargadores domésticos por parte de la CFE.
- Exclusión del programa hoy no circula y exención de verificación vehicular en la ZMVM.
- Exención de aranceles para vehículos pesados eléctricos.

Adicionalmente, la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME) establece metas ambiciosas: para 2030, las diez ciudades más contaminantes del país deberán integrar transporte público eléctrico, incentivando también la fabricación local de vehículos híbridos y eléctricos. Paralelamente, se están reforzando los estándares de eficiencia energética para vehículos ligeros y de carga, con el fin de reducir emisiones y acelerar la transición hacia tecnologías más limpias.

Uno de los aspectos clave para la transición hacia la movilidad eléctrica es la percepción pública sobre esta tecnología. Para abordarlo, se ha implementado una estrategia de educación dirigida a los consumidores, con el objetivo de informarles sobre las características técnicas, las ventajas de los vehículos eléctricos y los incentivos disponibles. Por ello, la industria automotriz en México ha asumido el compromiso de difundir este conocimiento mediante alianzas con instituciones gubernamentales y académicas. Estas colaboraciones incluyen la organización de eventos educativos, como foros, seminarios y conferencias, para promover la movilidad sustentable. Además, se llevan a cabo campañas de concientización que resaltan los beneficios de los vehículos electrificados, junto con información sobre programas de incentivos y opciones de financiamiento. Igua de relevante es la incorporación de contenidos sobre electrificación vehicular en los planes de estudio de carreras técnicas e ingenierías, en coordinación con centros educativos.

La adopción de la electromovilidad en México requiere una estrategia gubernamental integral. Esto implica, en primer lugar, establecer un marco regulatorio que impulse y regule las innovaciones tecnológicas en el sector. Además, es necesario implementar incentivos fiscales y no fiscales para motivar la compra de vehículos híbridos y eléctricos. Otro factor determinante es la ampliación de la infraestructura de carga en todo el país, aseguran-

do su disponibilidad. Asimismo, es fundamental garantizar el acceso a energías renovables a precios competitivos, lo que no sólo minimiza el impacto ambiental del transporte eléctrico, sino que también atrae inversiones en proyectos sostenibles. Sólo mediante la combinación de estas medidas legales, económicas, técnicas y ambientales se podrá lograr una transición efectiva hacia sistemas de movilidad más eficientes y menos contaminantes.

Grupos de trabajo para la adopción de la electromovilidad en México

La Alianza por la Electromovilidad en México es una iniciativa colaborativa creada para acelerar la implementación de tecnologías de movilidad eléctrica en el territorio nacional. Su objetivo principal es desarrollar propuestas estratégicas que faciliten soluciones holísticas para la transición energética, abarcando todos los eslabones de la cadena de valor. Los colaboradores de la Alianza son los siguientes:

- Secretaría de Energía
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México
- Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz
- Copper Alliance
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas

Esta alianza busca una visión 2022, la cual en términos generales tiene el enfoque en el transporte público, las electrolinerías, las ventas de vehículos eléctricos e influenciar en las decisiones públicas en términos de electromovilidad. La electrificación del transporte público es una de las acciones más importantes para reducir las emisiones contaminantes, la adopción de transporte eléctrico mejora la eficiencia energética gracias a sus motores eléctricos. Aunque incrementará la demanda de electricidad, México cuenta con objetivos claros para aumentar progresivamente la participación de

energías renovables en su matriz energética. Esto permitirá compensar el mayor consumo eléctrico mientras se reducen las emisiones contaminantes asociadas a la generación basada en combustibles fósiles. Por ejemplo, La Ciudad de México cuenta con una larga trayectoria en transporte público eléctrico, iniciando con los tranvías y evolucionando hacia los trolebuses y teleféricos que hoy continúan operando y modernizándose. Este compromiso con la movilidad sustentable se refleja también en el Metrobús, cuya línea 3 se ha convertido en 100% eléctrica, reduciendo entre un 80 y 84% las emisiones contaminantes generadas por esta ruta. La red de transporte ferroviario de la capital incluye diversos sistemas masivos como el metro, tren suburbano y tren ligero. Como complemento a esta infraestructura, se han implementado conexiones innovadoras como el Cablebús, diseñado para vincular estaciones del metro con áreas periféricas de la Ciudad y el Estado de México, optimizando significativamente los tiempos de viaje de los habitantes de la zona metropolitana.

En la actualidad, la iniciativa privada y pública han tomado acciones para desarrollar proyectos que contribuyan a la electromovilidad en México. En la Ciudad de México en particular, el Servicio de Transportes Eléctricos (STE), está modernizando su flota con 413 trolebuses nuevos de las marcas Yutong y Zhongtong, adquiridos hasta diciembre de 2023, con el objetivo de alcanzar las 500 unidades para finales de 2024. Esta iniciativa, enmarcada en el Programa Integral de Movilidad capitalino, cuenta principalmente con financiamiento público, aunque incluye esquemas de colaboración privada mediante subsidios para la adquisición de unidades en ciertas rutas. El sistema Metrobús ha implementado flotas 100% eléctricas en sus líneas 3 y 4, utilizando autobuses articulados. La línea 3 fue pionera en esta transición completa a energía eléctrica, seguida posteriormente por la línea 4. Estos corredores sirven como modelos demostrativos para el resto de la red, ya que cada uno ha adoptado esquemas de financiamiento y configuraciones vehiculares adaptadas a sus requerimientos específicos. Los teleféricos, por ejemplo, ahora prestan servicio de transporte público en la Ciudad de México, se cuenta a la fecha con tres líneas con una extensión total de 24.75 km y 19 estaciones en su conjunto.

El sistema IETram de Mérida opera con 32 unidades eléctricas de marca Irizar distribuidas en cinco corredores, integrando más de 100 rutas de

transporte público. El proyecto requirió una inversión de 2 820 millones de pesos, con recursos combinados del gobierno estatal, federal y capital privado. La infraestructura de carga se financió mediante el Protram en colaboración con el gobierno yucateco.

El sistema MiTransporte Eléctrico de Guadalajara despliega 38 unidades Sunwin de 8.6 metros con autonomía de 200-250 km, atendiendo rutas estratégicas como la conexión aeroportuaria. Implementado desde 2021, completó al 100% sus objetivos, incluyendo infraestructura crítica, es decir, subestación y 19 cargadores. Su modelo innovador divide responsabilidades: Motbus como arrendador de flota, mientras gobierno/SITEUR administran operaciones y mantenimiento.

El más actual de los proyectos de movilidad, el auto Olinia, se trata de mini vehículos eléctricos 100% mexicanos diseñados para atender las necesidades de movilidad personal, de movilidad de barrio y de entregas de última milla. En la figura 3 se muestra una fotografía del día de la presentación del proyecto a ser desarrollado, donde pueden observarse los tres modelos propuestos para atender las necesidades de movimiento de una manera en que se incorpore la electromovilidad como eje principal.

Figura 6.3. Presidenta de México y el portafolio de mini vehículos OLINIA



México ha implementado sistemas de movilidad eléctrica compartida, incluyendo bicicletas en la Ciudad de México y Querétaro, así como monopatines y motocicletas eléctricas en varias entidades. Esta estrategia de micromovilidad se ha expandido a estados como Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala. Paralelamente, empresas multinacionales, especialmente del sector de bebidas, logística y alimentación, están liderando la transición hacia flotas eléctricas, reduciendo significativamente su huella de carbono.

Barreras para la adopción de la transición energética y la movilidad

México enfrenta un reto significativo en la transición a flotas eléctricas: el elevado costo inicial de adquisición. Una alternativa estratégica sería establecer la producción local de estos vehículos, lo que reduciría los precios al eliminar gastos de importación. Esta medida no sólo aceleraría la adopción de autobuses eléctricos, sino que también impulsaría la economía nacional y promovería un crecimiento alineado con los objetivos de sostenibilidad.

La producción de vehículos eléctricos e híbridos depende de baterías de litio de alto rendimiento, material con propiedades ideales para almacenamiento energético, pero clasificado como residuo peligroso. Esto ha generado debates sobre protocolos de gestión para el desecho responsable de estas baterías al final de su vida útil. Es en este sentido que se desarrolló la Normativa Oficial Mexicana NOM-212-SCFI-2017, la cual establece y define las características de las pilas y baterías, su clasificación por tecnología del sistema electroquímico, los límites máximos permisibles de Mercurio y Cadmio, así como el etiquetado de las pilas. Aunado a esto, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos menciona que las baterías de litio están clasificadas como residuos de manejo especial, lo cual obliga a fabricantes, distribuidores y comerciantes internacionales a implementar programas de gestión ambiental que garanticen su producción, distribución y disposición final responsable.

Un debate central en la adopción de vehículos eléctricos gira en torno al origen de la electricidad que los alimenta. Si bien estos automóviles eli-

minan las emisiones directas, al carecer de motores de combustión, su huella ambiental depende críticamente de la matriz energética. Cuando la electricidad proviene de fuentes contaminantes como plantas carboeléctricas, simplemente se traslada la contaminación del escape al punto de generación. Es por esto que, para maximizar sus beneficios ambientales, la electromovilidad debe implementarse junto con sistemas de generación eléctrica basados en energías limpias, como la fotovoltaica o eólica.

Política pública de la transición energética

En México la Sener es la encargada de establecer un marco regulatorio para garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos energéticos, promoviendo prácticas que equilibren el desarrollo económico con la protección ambiental, también define las obligaciones específicas en materia de “energías limpias”, colocado entre comillas porque puede ser visto desde la cadena de valor completa y no parecen ser muy limpias, sin embargo, esto incentiva la adopción de tecnologías renovables como la solar, eólica e hidroeléctrica, con el fin de reducir la dependencia de combustibles fósiles. También tiene a su cargo fortalecer los principios de seguridad energética y diversificación de fuentes, asegurando que el país cuente con un sistema resiliente y menos vulnerable a fluctuaciones externas. En este contexto, impulsa medidas de ahorro y eficiencia energética en los sectores industrial, comercial y residencial, optimizando el consumo sin comprometer la productividad. Si lo vemos desde el punto de vista crítico y cuantitativo, tan solo en Estados Unidos, en el año 2023 tuvieron un consumo de energía eléctrica total de 4 084 578 GWh, en México, para el mismo año, el consumo fue de 332 042 GWh, la diferencia es abismal, por lo que es necesario reforzar el sistema eléctrico por medio de la política pública y la tecnología.

La normativa también fija requisitos obligatorios para la generación de electricidad mediante energías renovables, estableciendo metas claras y mecanismos de verificación que garanticen su cumplimiento. Esto no sólo facilita una transición energética gradual y ordenada en México, sino que también alinea las políticas nacionales con los compromisos internacionales en materia de cambio climático.

De esta manera, el marco legal no sólo impulsa la innovación tecnológica y la creación de empleos verdes, sino que posiciona a México como un actor responsable en la lucha global contra el calentamiento ambiental.

Conclusión

El análisis presentado evidencia que la transición hacia la electromovilidad en México avanza a través de un ecosistema complejo que integra políticas públicas, desarrollo tecnológico, infraestructura e iniciativas público-privadas. Si bien persisten desafíos significativos como la baja penetración actual en la matriz energética del transporte, la desaceleración reciente en ventas de autos eléctricos y la necesidad de expandir la red energética y la infraestructura de carga, los proyectos desarrollados en distintas ciudades de México demuestran avances concretos en transporte público eléctrico.

La ENME y la Alianza por la Electromovilidad articulan una hoja de ruta clara hacia 2030, donde la sinergia entre incentivos fiscales, estándares de eficiencia energética y educación al consumidor serán los elementos clave a seguir. Los datos recabados demuestran una gran contradicción, aunque los vehículos eléctricos representan aún una fracción mínima del parque vehicular, su eficiencia energética por sobre los motores de combustión interna y los proyectos piloto exitosos como la Línea 3 del Metrobús que ha reducido alrededor de 84% emisiones, validan su potencial transformador.

El caso Olinia simboliza la innovación local, mientras que los corredores de carga rápida y la colaboración entre el sector público y el privado muestran escalabilidad. Sin embargo, el éxito dependerá de superar tres obstáculos fundamentales, la accesibilidad económica, la integración con energías renovables y la adopción masiva más allá de las 10 ciudades prioritarias.

Referencias

- Alves, G. y Odriozola, J. (2024). RED 2024-Capítulo 8: Transporte y transición energética: hacia una movilidad sustentable.
- Barbosa, A. L. (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.
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (2025, 17 de enero). *Movilidad eléctrica*. <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/transporte-electromovilidad>
- Del Río, J. F., Del Río, D. D. F., Sovacool, B. K. y Griffiths, S. (2023). The demographics of energy and mobility poverty: Assessing equity and justice in Ireland, Mexico, and the United Arab Emirates. *Global Environmental Change*, 81, 102703.
- Echavarría Heras, H., Leal Ramírez, C., Millán Núñez, E., Montiel Arzate, E. y Rodríguez Reyes, C. (2023). *Introducción a la crisis ambiental: temas clave y desafíos* (Colección Sobre Epistemología de la Crisis Ambiental y Economía, Ensayo, 1.2). CICESE.
- Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica. (s/f). Semarnat. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/832517/2.3.ENME.pdf>
- Flores, E. R. S., Jaramillo, J. C. C., Estévez, C. J. V. y González, Á. R. P. (2023). Economía circular como base de la sustentabilidad empresarial. *Revista Publicando*, 10(38), 1-13.
- Gandomi, S., Barzegar, M., Zolghadri, S. y Rahimpour, M. R. (2024). The future of fossil fuels supply and impacts on sustainability. *Encyclopedia of Renewable Energy, Sustainability and the Environment*, 121.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2021, 5 de octubre). *Presenta INECC el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2019*. <https://www.gob.mx/inecc/articulos/presenta-inecc-el-inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero-1990-2019-284532?state=published>
- Juárez, N. U. (2023). Transición energética en México, retos y desafíos. *Revista Lex*, 6(22), 308-318.
- Martínez Pérez, F. y Gassinski, L. (2022). La eficiencia energética y el papel del mantenimiento en la misma. *Ingeniería Energética*, 43(2), 10-18.
- Miyazaki, K. y Bowman, K. (2023). Predictability of fossil fuel CO2 from air quality emissions. *Nature Communications*, 14(1), 1604.
- Nochebuena, M. A. H., Acevedo, M. E. C., Gallegos, M. D. J. F., Centeno, O. F., Jiménez, J. R. H., Vega, D. V. y No, P. T. (2023). *Diagnóstico del desarrollo tecnológico en México para la incorporación de la electromovilidad en el autotransporte*.
- Organización Mundial de la Salud. (s/f). *Contaminación atmosférica*. <https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution>
- Pallonetto, F. (2023). Towards a more sustainable mobility. En *Handbook of computational social science for policy* (pp. 465-486). Springer International.
- Reyes, B. C., Reyes, J. A. y Turrubiarres, M. M. M. C. (2024). Por un futuro brillante: Ener-

- gías Renovables y Sostenibilidad en México. *Tendencias en Energías Renovables y Sustentabilidad*, 3(1), 55-59.
- Rocha, E. M. B., Padilla, R. T., Piña, I. B. y García, C. J. G. (2024). Rumbo a un modelo sistémico para la gestión de estaciones de carga de vehículos eléctricos en el Valle de México. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 24(3), 80-90.
- Sandoval, E. M. S. (2023). Eficiencia energética: motores de combustión interna vs. motores eléctricos. *Revista Multidisciplinar de Estudios Generales*, 2(2), 18-27.
- Soeder, D. J. (2025). Replacing fossil fuels. En *Energy futures: The story of fossil fuel, greenhouse gas, and climate change* (pp. 143-183). Springer Nature.
- Solís, A. P. F. (2025). Economía circular y su relación con la sustentabilidad. *Revista Latinoamericana de Investigación Social*, 8(1), 100-110.
- Straffon, A., Ferrari, L. y Masera, O. (2024). *Transición energética justa y sustentable: contexto y estrategias para México*.
- Toledo, A. D. S. (2023). Riesgos de la transición energética postfosilista en América Latina: sobreexplotación y contaminación de la naturaleza. *Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 8(36), 11.
- Ullah, S., Luo, R., Nadeem, M. y Cifuentes-Faura, J. (2023). Advancing sustainable growth and energy transition in the United States through the lens of green energy innovations, natural resources and environmental policy. *Resources Policy*, 85, 103848.
- Wahlund, M. y Palm, J. (2022). The role of energy democracy and energy citizenship for participatory energy transitions: A comprehensive review. *Energy Research & Social Science*, 87, 102482.
- Yadlapalli, R. T., Kotapati, A., Kandipati, R. y Koritala, C. S. (2022). A review on energy efficient technologies for electric vehicle applications. *Journal of Energy Storage*, 50, 104212.
- Zacua. (2025). *Nacidos eléctricos: Eléctrico, mexicano, urbano* [Página web]. <https://zacua.com/>
- Zhang, L. y Ma, D. (2022). A hybrid approach toward efficient and accurate intrusion detection for in-vehicle networks. *IEEE Access*, 10, 10852-10866.