

La movilidad eléctrica en México en la tercera década del siglo XXI. Retos y oportunidades

Jaime Linares Zarco¹

Resumen

Hoy en día las grandes ciudades del mundo se caracterizan por sus altos niveles de contaminación atmosférica, visual y sonora, así como por el gran despilfarro de combustible y la emisión de gases que provocan el efecto invernadero. En el desarrollo de este fenómeno se estima que los medios de transporte con motor de gasolina son los responsables de generar más del 50% de la contaminación total; situación que ha provocado que los autos eléctricos e híbridos surjan como una alternativa para impulsar la movilidad.

El objetivo del presente ensayo consiste en analizar las condiciones económicas, fiscales, sociales y de infraestructura existentes en México, ante el anuncio de una Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica que pretende dar a conocer el gobierno federal en los próximos días. Se parte de la siguiente pregunta central: ¿Qué tan preparados están la población, el gobierno y la industria automotriz instalada en México, para lograr impulsar un proceso de mayor electromovilidad, tal y como lo exigen los compromisos firmados por nuestro país ante la Conferencia de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, con el propósito de reducir la contaminación ambiental por CO₂ y el calentamiento global del planeta?

La hipótesis central de la que partimos señala que actualmente nuestro país no está preparado para poder impulsar una política de electromovilidad en el corto plazo, debido entre otras cosas, a la coyuntura mundial después de enfrentar la pandemia del Covid 19, la ausencia de estímulos fiscales tanto a la producción, como para su consumo sea público o privado, escasa infraestructura y de otros factores que faciliten la adquisición de un auto eléctrico o híbrido entre la mayor parte de la población.

Conceptos clave: 1. Electromovilidad, 2. Crisis económica, 3. Sustentabilidad urbana.

Introducción

El principal objetivo de este ensayo consiste en evaluar los resultados esperados por nuestro país con la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, propuesta por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y que actualmente se discute en consulta pública en la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (Conamer); mediante la cual se busca alcanzar hacia el año 2030 la introducción masiva de 7 millones de vehículos eléctricos e híbridos conectables, tanto ligeros como pesados, que aporten una reducción de 21.3 millones de toneladas de dióxido de carbono, con el propósito de mejorar la calidad del medio ambiente, reducir la congestión vehicular y contribuir a la reducción del calentamiento global del planeta.

¹ Doctor. Profesor de Carrera Titular "C" de tiempo completo definitivo. FES Aragón-UNAM. jlinares112@yahoo.com.mx

Electromovilidad

Ante los elevados niveles de contaminación ambiental y la necesidad de reducir los gases de efecto invernadero, mediante el creciente uso de fuentes de energía renovables, la electromovilidad surge como una alternativa viable. Consiste en un sistema de transporte terrestre basado en vehículos ligeros y pesados, cuya propulsión o impulso se realiza de manera única o combinada con energía eléctrica. La movilidad eléctrica es una herramienta que constituye una de varias alternativas de solución para resolver diversos problemas públicos, tales como la industria, innovación tecnológica, el ambiente, empleo y la calidad de vida de la población (Semarnat: 2018, p. 3).

Crisis económica

Desde sus orígenes hasta la actualidad, el sistema capitalista se ha caracterizado por la presencia a veces fluctuante y otras veces intensa, pero siempre determinante en el rumbo de la economía, de la crisis económica. Ésta se manifiesta como una parte del ciclo económico capitalista; significa una ruptura del equilibrio entre la producción y el consumo (Méndez y Zorrilla: 1984, p. 31), la cual se presenta periódica e inevitablemente debido a la anarquía de la producción, puesto que cada capitalista decide libremente el qué, cuánto y cómo producir, de acuerdo a sus expectativas de ganancia y oportunidades de inversión que permite el mercado; comportamiento que la ha marcado inevitablemente de por vida, al presentarse en forma paralela al desarrollo del capitalismo.

La crisis económica capitalista no es algo coyuntural o pasajero, sino que forma parte de la propia naturaleza del sistema capitalista. Consiste en una ruptura o bloqueo en la reproducción ampliada del capital social en su conjunto, lo cual se traduce en una interrupción del proceso de la acumulación, cuya duración es imposible de pronosticar (Guillén: 2000, p. 71). La crisis económica en el sistema capitalista, se presenta indistintamente tanto en los países desarrollados, como en los subdesarrollados; puesto que la forma de crecimiento natural de toda economía es a saltos, a veces cortos, a veces largos, que interrumpen el proceso de producción, a estos saltos se les conoce también como ciclos económicos (Marx, 1985, p. 138).

La incapacidad del sistema capitalista hace evidente el carácter inherente de la crisis económica que se presenta a través de los ciclos económicos, lo que genera incertidumbre que se traduce en fusiones y adquisiciones en el mejor de los casos, así como la quiebra masiva de miles de micros, pequeñas y medianas empresas, que inevitablemente arrojarán a la calle a miles de obreros y empleados al desempleo y/o subempleo; y del cual solo se logrará una salida, desde el momento de que esta etapa de crisis destruya medios de producción que provocaron dicha sobreproducción, hasta lograr el impulso de un nuevo ciclo, que promueva la inversión, producción, empleo, ingresos, ventas, ahorro y consumo de la economía; que rompa el viejo círculo vicioso y entre el nuevo círculo virtuoso, impulsado por un efecto multiplicador que fortalezca la economía en general; ciclo que tendrá una duración incierta, debido en parte a los diversos factores que influyen en la toma de decisiones del inversionista.

Justamente el no saber la duración y efectos que provocan los ciclos económicos, abona aún más a la incertidumbre entre los inversionistas. Los ciclos económicos son las

fluctuaciones presentadas en la actividad económica de los países capitalistas. Un ciclo consiste en expansiones que ocurren al mismo tiempo en diversas actividades económicas, seguidas por recesos generales, contracciones y recuperaciones convertidas en la fase de expansión del siguiente ciclo; cuyas etapas son la crisis, la recuperación, el auge y la depresión, sucesivamente (Padilla: 1981, p. 18).

Desde hace varias décadas el sistema capitalista atraviesa una crisis estructural global de rentabilidad y de regulación, lo cual ha provocado un estancamiento en una onda larga de depresión, integrada por una sucesión de fuertes caídas y breves recuperaciones, traducidas actualmente en la aguda recesión iniciada desde 1990 (Dabat y Rivera: 1994, p. 17). Que se manifestó en diversas economías como el efecto tequila en México hacia fines de 1994, el efecto vodka en Rusia hacia 1998, el efecto samba en Brasil en 1999 y el efecto dragón en diversos países de Asia entre 1996 y 1998 (Opalín: 2000, p. 299). Posteriormente la crisis económica hipotecaria de 2008-2009 que estalló en Estados Unidos de América (EUA), fue una señal de alerta de la inestabilidad económica mundial, que se caracterizó, por su rápida expansión mundial, mediante la caída de todos los indicadores y cotizaciones de las bolsas de valores de Nueva York, Londres, París, Tokio, Berlín y Hong Kong, entre otras. Ello demostró la fuerte interdependencia entre las economías del mundo, al borrar las fronteras comerciales, financieras, sociales y culturales, y extender los efectos de la crisis económica sin distinción de razas, lengua, ni posición económica, por todos los rincones del mundo. Crisis que se profundizó con la pandemia del Covid 19. Hoy las principales economías del mundo están haciendo esfuerzos por reactivar el aparato productivo y rescatar los miles de empleos perdidos durante la pandemia.

Sustentabilidad urbana

Desde hace más de un siglo paralelamente al desarrollo industrial, el crecimiento de las ciudades y de la mayor contaminación atmosférica, comenzaron a surgir diversos estudios y teorías que abordaron, tanto las causas y las consecuencias de las grandes concentraciones urbanas ligadas al capitalismo contemporáneo; entre dichas teorías surgió la sustentabilidad urbana, la cual consiste en desarrollar modelos urbanos para mantener el bienestar de la población de las ciudades a través de fomentar la participación social y el desarrollo económico sin degradar el medio ambiente ni agotar los recursos naturales; es decir, la sustentabilidad urbana procura planear el desarrollo de las ciudades en el largo plazo para crear condiciones físico-espaciales que garanticen la calidad ambiental y el bienestar de la población, en lugar de proponer enfoques correctivos de corto plazo.

El objetivo de la sustentabilidad urbana radica en alcanzar un desarrollo y eficiencia económica, garantizando la satisfacción de las necesidades sociales, sustentado en el correcto y continuo funcionamiento de los sistemas ambientales; lo cual implica el uso óptimo de los recursos naturales, disminución del consumo energético y fomento de las energías renovables, disminución en la generación de residuos sólidos y emisiones a la atmósfera, uso racional del agua, energía, equipamiento, tratamiento de residuos y desechos sólidos, que garanticen un aumento en la calidad de vida de los habitantes urbanos (Banco Mundial: 2003).

Antecedentes históricos

La revolución industrial constituye un proceso histórico que se caracteriza por la sucesión de inventos y descubrimientos científicos que transformaron la forma en que se producen los bienes y servicios que demanda la sociedad. De esta manera la revolución industrial constituye la fórmula que caracteriza muy bien el tránsito a la producción de fábrica, al capitalismo industrial que se produce en la mayor parte de los países entre 1750 y 1850, en su primera etapa (Kuczynski: 1978, p. 220), la cual se caracterizó por el dominio del carbón y el motor de vapor; mientras que la segunda etapa (entre 1850-1940), abarcó una serie de descubrimientos en donde destacan el acero y la electricidad; finalmente la tercera etapa que abarca los recientes 80 años, se caracteriza por el desarrollo de las telecomunicaciones, la biotecnología y la energía baja en carbono.

Contrariamente a lo que se creó, el auto eléctrico antecedió al de gasolina, puesto que los primeros autos eléctricos experimentales surgieron desde 1830 con el escocés Robert Anderson que diseñó un automóvil eléctrico de batería no recargable; seguido por Thomas Davenport que inventó la batería para un vehículo eléctrico en 1834; mientras que en 1838 Robert Davidson construyó el primer vehículo eléctrico puro, una locomotora que corría a 6 km/h; simultáneamente en Alemania Siemens ya había desarrollado algunos prototipos prácticos a mediados del siglo XIX. Mientras que los italianos Barsanti y Matteucci, diseñaron la construcción del motor de combustión interna en 1853, el cual fue mejorado por el francés Beau de Rochas en 1862, hasta que el alemán Nikolaus Otto patentó el diseño de un motor de combustión interna a cuatro tiempos.

El francés Gastón Plante inventó las baterías de plomo-acido recargables que fueron la clave en el desarrollo de los autos eléctricos en 1859; posteriormente Thomas A. Edison inventó un auto eléctrico a base de baterías de níquel-alcálinas en 1889, lo cual permitió que el primer taxi eléctrico fabricado por la Electric Vehicle Company circulara por Nueva York en 1897; ello impulsó la circulación del transporte colectivo como trenes, tranvías, trolebuses y subterráneos eléctricos, desde 1899, por las grandes ciudades, gracias al francés Jenatzy quien con su vehículo "*Jamais contente*" superó por primera vez los 100 km/hora (Palafox: 2009, p. 18).

A inicios del siglo XX existían en el mercado tres tipos de automóviles: eléctricos, a vapor y de gasolina; situación que pronto resolvería el mercado en favor de los motores de combustión interna, debido entre otros factores: al descubrimiento y explotación de abundantes yacimientos de petróleo en el Golfo de México y otros países a bajo costo; así como a la invención del arranque eléctrico en sustitución de la manivela o crank; además del menor precio de los autos de gasolina, dado que en 1914 el Ford Modelo T se vendía en 300 dólares, en comparación con el Detroit Electric que se anunciaba en 2,650 dólares; adicionalmente, la electricidad a inicios del siglo XX estaba muy poco difundida tanto en las ciudades como en el campo; y la creciente demanda de camiones de gasolina por parte de los países contendientes, tanto en la 1° y en la 2° guerras mundiales, para transportar tropas, armas, municiones, alimentos y pertrechos militares, le dieron el triunfo a los motores a gasolina sobre los motores eléctricos (De la Herrán: 2014, p. 7).

Sin embargo, ese triunfo sería momentáneo, puesto que años después ambos motores protagonizarían un segundo enfrentamiento hacia fines del siglo XX y un tercer encuentro durante la segunda década del siglo XXI que aún se mantiene vigente.

Tipos de vehículos eléctricos

En las recientes tres décadas los automóviles eléctricos, a pesar de la baja demanda relativa en el mercado, han evolucionado hacia el desarrollo de motores más eficientes, más ligeros, mayor velocidad de carga, potencia, autonomía, costos de mantenimiento, mayor capacidad de almacenamiento y sobre todo menor precio por unidad que lo hacen cada vez más competitivo frente al automóvil de gasolina; sin embargo, existe una gran diversidad de autos eléctricos en el mercado que varían según sus características técnicas:

- **Vehículo eléctrico puro (BEV) ejemplo: Renault ZOE**

Son propulsados solo por un motor 100% eléctrico, se alimenta de energía eléctrica acumulada en baterías enchufadas a la corriente eléctrica o bien mediante el sistema de frenado regenerativo que aprovecha la energía de frenado para cargar las baterías.

Desventajas: las baterías ofrecen una baja autonomía, tienen alto costo y peso.

- **Vehículo eléctrico híbrido (HEV) ejemplo: Ford Mondeo**

Tienen 2 motores, uno de gasolina y otro eléctrico que reduce el consumo de combustible y emisiones excesivas. El motor eléctrico es el encargado de mover el vehículo, pero cuando se descarga al mínimo, comienza a funcionar el motor de combustión. Su autonomía es mayor que el BEV puesto que permite recorrer largas distancias.

Desventajas: el hecho de necesitar motor de gasolina hace que suba las emisiones de CO₂.

- **Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV) ejemplo: Mitsubishi Outlander**

Requieren de 2 motores uno de gasolina y otro eléctrico, el tiempo de uso del motor eléctrico en conducción es mayor por lo que las baterías se recargan de la red eléctrica.

Desventajas: el costo de las baterías sube el precio del vehículo.

- **Vehículo eléctrico de autonomía extendida (E-REV) ejemplo: Chevrolet Volt**

Está compuesto del híbrido y el 100% eléctrico, a diferencia de los híbridos las baterías que alimentan ese motor se recargan de la red eléctrica y al descargarse, el motor de combustión a través de un generador las recarga para añadir una autonomía extra.

Desventajas: la complejidad en cuanto a su funcionamiento dificulta su venta en el mercado.

- **Vehículo eléctrico de pila de combustible-hidrógeno (FCEV) ejemplo: Hyundai Nexa**

El hidrógeno se utiliza como combustible el cual genera energía eléctrica, ya sea mediante combustión, en donde el hidrógeno se quema en un motor de combustión, o bien mediante conversión, en donde el hidrógeno almacenado en tanques es mezclado con oxígeno dentro de la pila de combustible, produciendo energía eléctrica y agua. Ofrece una mayor autonomía hasta 600 km sin contaminar.

Desventajas: el hidrógeno que se utiliza procede del carbón y es contaminante, además estos autos son muy caros, de gran tamaño y peso.

- **Vehículo eléctrico semihíbrido (MHEV) ejemplo: Renault Scenic Hibrid Assist**

Cuenta con un motor térmico que cuenta con generador que proporciona potencia al motor de combustión, no es un motor eléctrico, pero activa como tal, cuenta con una batería extra de litio, donde almacena energía por desaceleraciones.

Desventajas: Produce emisiones de CO₂, pero son menores a los híbridos normales. (González: 2019, p. 33)

Tipos de baterías eléctricas

Una de las ventajas que aún prevalecen en favor de los motores de combustión es sin duda su capacidad de desplazamiento hacia cualquier destino en función del combustible disponible, en contraparte, los autos eléctricos cuentan con una autonomía limitada que depende de la capacidad de carga y almacenamiento del que disponen las baterías, además del tamaño, duración de carga, materiales más resistentes, peso y precio de las mismas.

En cuanto a los tipos de carga de las baterías, existen una gran variedad de ellas, desde las alámbricas de carga lenta, cuya carga varía entre 5 a 8 horas; la estática de tiempo semi rápido, la cual varía de 1.30 a 3 horas; la rápida la cual requiere de 5 a 30 minutos; la inalámbrica que requiere de una bobina y generar campo magnético que aún está en experimentación; así como los sistemas de recarga dinámicos, en donde el vehículo se encuentra en movimiento a 50 km/hora y es capaz de generar energía a través de la marcha del vehículo, así como del sistema de frenado generativo ya señalado.

- **Baterías de litio (ion o polímero):** son de mayor capacidad, autonomía y menor tamaño, requieren poco mantenimiento, presentan una larga vida útil y ser reciclables hasta casi 90%; sin embargo, no permiten ser sobrecargadas, ni alcanzar altas temperaturas debido a su alta capacidad de combustión, además de ser las baterías más caras.
- **Baterías de ion litio:** tienen gran capacidad de almacenamiento, pequeño tamaño, ausencia de mantenimiento y el tratamiento residual es más favorable para el medio ambiente; el problema es el sobrecalentamiento y su alto costo en el mercado.
- **Baterías de polímero de litio (li-po):** son baterías de litio de nueva generación con un gel que evita el derrame y las hace más seguras, mayor potencia y poseen menor peso; empero son más inflamables y el ciclo de vida es más corto.
- **Baterías Zebra:** trabajan con un electrolito que le permite alcanzar temperaturas de 250° por ello necesitan estar bien aislados del resto de los componentes del vehículo, son las de mayor vida útil y son altamente reciclables; el defecto es que funcionan mal a bajas temperaturas y tienden a solidificarse si se dejan un tiempo en desuso.

- **Baterías de estado sólido:** poseen mayor velocidad de carga, alta potencia y autonomía de hasta 800 km y almacenan 2.5 veces más energía que las de ion litio, debido a su electrolito grafeno, la cual no tiene ningún problema de altas y bajas temperaturas; se estima que para 2025 sustituirá a las actuales líderes de ion litio (González: 2019, p. 30).

Automóviles eléctricos: ventajas y desventajas

Desde el último tercio del siglo XX y las primeras décadas del siglo XXI, la contaminación ambiental por CO₂, se ha convertido en uno de los grandes problemas de la sociedad contemporánea, esta externalidad económica aparece irremediablemente en las grandes ciudades de países desarrollados y subdesarrollados, como si fuera el precio a pagar por alcanzar altas tasas de crecimiento económico y generar miles de empleos. Una gran proporción de la contaminación ambiental y del calentamiento global, es atribuida al creciente número de vehículos en circulación que utilizan motor de combustión interna y consumen combustibles fósiles como la gasolina y el diesel, y que ya son señalados como los principales causantes de diversas enfermedades respiratorias que dañan la salud de los habitantes de las grandes ciudades del planeta.

Hacia finales de 2022 se estimaba que circulaban aproximadamente 1,446 millones de vehículos automotores en el mundo, por lo cual había una proporción de un auto por cada 6 personas; mientras que a nivel de países, China figuraba como la nación con el mayor número de autos en circulación al sumar más de 300 millones de carros, lo cual equivalía a la existencia de un carro por cada 5 habitantes; seguida muy de cerca por los EUA, quienes al contar con más de 255 millones de autos, alcanzaban una proporción de casi un automóvil por cada persona; mientras que en España con cerca de 32 millones de automotores registrados, existía un carro por cada 2 españoles; finalmente en México con más de 53 millones de vehículos en circulación, había un auto por cada 4 personas.

En los recientes 15 años ha surgido nuevamente la idea de que los autos de gasolina sean gradualmente sustituidos por los autos eléctricos, sobre todo por las grandes ventajas económicas, ecológicas y operativas que dichos carros generan; política que ha sido promovida por la Conferencia de Naciones Unidas sobre Cambio Climático en las reuniones celebradas en Kioto en 2005 y París en 2015, así como por las políticas de los gobiernos locales, para marcar una nueva tendencia hacia el uso de una amplia variedad de fuentes de energía renovables, tales como la geotérmica, solar, nuclear, eólica e hidráulica.

Entre las diversas ventajas que se le atribuyen al automóvil eléctrico destacan:

Ventajas económicas

- a) Mayores ahorros en el consumo de combustible.
- b) Bajas tasas en el pago de impuestos al adquirir un vehículo eléctrico e híbrido.
- c) Otorgamiento de subsidios gubernamentales en la compra de un auto ecológico.
- d) El costo de los seguros de los autos eléctricos es menor que los de gasolina.

Ventajas ecológicas

- a) Contaminación nula de gases de escape.
- b) Alta eficiencia energética del 90% al utilizar un motor simple y seguro.
- c) Baja emisión de ruido sin cambio de marchas.
- d) Amplia variedad de fuentes de energía.

Ventajas operativas

- a) Simplificación mecánica. (cuenta con 12 mil piezas vs. 30 mil del convencional).
- b) Velocidad máxima en poco tiempo (mayor rango de revoluciones sin marcha).
- c) Recuperación de energía en el frenado (sistema de frenado regenerativo).
- d) Bajo costo de operación y de mantenimiento.

Sin embargo, como toda innovación perfectible y a pesar de los últimos avances tecnológicos, los automóviles eléctricos también registran una serie de desventajas económicas, ecológicas y operativas, entre las cuales destacan las siguientes:

Desventajas económicas

- a) Alto precio actual de un auto eléctrico por motivos de economías de escala.
- b) El desembolso inicial es mayor que el auto de combustión debido al precio de las baterías (la cual representa 60% del precio total del vehículo).

Desventajas ecológicas

- a) Estará en función de la fuente de energía que sea utilizada en la generación de energía eléctrica (ej. carbón y petróleo son más contaminantes).

Desventajas operativas

- a) Menor autonomía, la cual depende de la capacidad de las baterías.
- b) Mayor tiempo de recarga, la cual oscila de 30 minutos hasta 8 horas promedio.
- c) Límite de ciclos, tamaño y peso de la batería.
- d) Escasez de infraestructura y zonas de recarga pública.

A pesar de los grandes avances tecnológicos los expertos automotrices señalan que éstos no pueden considerarse aún como sustitutos de los vehículos de combustión interna, debido a que su autonomía es muy limitada, la cual depende de la capacidad de carga de las baterías, por lo que aumentar la capacidad de las mismas implica aumentar su densidad, costos y precio final al consumidor; por lo cual concluyen que el vehículo eléctrico solo puede

llegar a ser muy competitivo en entornos urbanos con desplazamientos cortos y a velocidades menores de 50 km/h (De la Herrán: 2014, p. 67).

La movilidad eléctrica en México

Desde principios del siglo XX la movilidad eléctrica en nuestro país se había registrado mediante dos vías, primero con la llegada del tranvía eléctrico en la ruta Zócalo-Tacubaya, inaugurado por el presidente Porfirio Díaz el 15 de enero de 1900 (Gobierno del Distrito Federal: 2007, p. 115) que sustituyó al tranvía de mulitas; y segundo, con la llegada de algunos automóviles eléctricos que enfrentaron dificultades logísticas para seguir circulando, además de su alto costo de adquisición y mantenimiento que solo podían pagar las familias más adineradas; sin embargo después de ocho décadas en operación, el sistema de tranvías en la CDMX concluyó en 1979 cuando existían 196 km de vías instaladas en la capital, pero ya hacía una década que había sido inaugurada la línea 1 del STC Metro, que gradualmente con su expansión y construcción de nuevas líneas, sustituiría al servicio de tranvías.

Al mismo tiempo, para atender la creciente demanda de transporte colectivo de pasajeros que ya se registraba en las grandes ciudades de la república, en Guadalajara el servicio de tranvías se inauguró en abril de 1905; seguida por Monterrey donde los tranvías iniciaron su travesía desde julio de 1907, al igual que el de Tampico-Cd. Madero hacia fines del mismo año; mientras que en la ciudad de Veracruz el tranvía inició su recorrido en 1908. Sin embargo, después de varios años en operación y debido al crecimiento de la mancha urbana y el surgimiento de otros sistemas de transporte más modernos y eficientes, el servicio de tranvías gradualmente fue eliminado, en Monterrey en 1932, Guadalajara en 1944, Tampico en 1974, Ciudad de México en 1979 y Veracruz en 1981; con lo cual concluye toda una época en la historia del transporte eléctrico en México.

Paralelamente al impulso del modelo industrializador que produjo la paulatina concentración de la población en unas cuantas ciudades como resultado de la migración campo-ciudad, a mediados del siglo XX se produjo la llegada de otro sistema de transporte eléctrico más eficiente y menos ruidoso como lo fue el trolebús, que aprovechó el avance de la pavimentación de las principales calles de las ciudades para facilitar el desplazamiento de pasajeros; de esta manera el servicio de trolebuses fue inaugurado en la CDMX en marzo de 1957, mientras que el de la ciudad de Guadalajara inició su recorrido en 1976; en la actualidad ambos sistemas subsisten y han sido rescatados del abandono mediante la modernización de su operación y parque vehicular con unidades cero emisiones.

Otro de los grandes aciertos en el transporte público de pasajeros fue la inauguración del Sistema de Transporte Colectivo Metro de la CDMX en 1969 (Linares: 2019, p. 177), con el cual se inicia otra etapa de modernización en el transporte eléctrico de pasajeros seguro, eficiente, rápido, económico y subterráneo en sus inicios; que pronto se multiplicó por toda la ciudad hasta alcanzar 12 líneas en la CDMX más las líneas A y B que dan servicio en la zona conurbada hasta la fecha y una línea del tren ligero que fue inaugurada en 1986, y no tardó en ser replicada en varias ciudades de la república, como el tren eléctrico urbano de Guadalajara inaugurado en 1989 y que en la actualidad cuenta con 3 líneas con 48 estaciones

y 48 km en total; seguido por el tren ligero llamado Metrorrey que se inauguró desde 1991 y actualmente cuenta con 3 líneas con 68 km y otras 3 en construcción.

Si consideramos que en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) habitamos casi el 20% de la población nacional, el transporte público casi siempre se encuentra saturado debido a la creciente demanda de la población, sobre todo en las “horas pico”, por lo cual toda propuesta de solución se encuentra limitada y rebasada por su alta demanda.

Ante ello, las políticas públicas procuran atender dichos reclamos mediante la puesta en marcha de nuevos sistemas de transporte principalmente de cero emisiones, tal es el caso del sistema de transporte Metrobús, el cual después de 18 años en operación en la CDMX con diesel, en febrero de 2023 la línea 3 se transformó en el primer sistema con movilidad 100% eléctrico y la primera línea eléctrica de autobuses articulados en América Latina.

Desde 2014 hasta la fecha se mantiene en construcción el tren interurbano México-Toluca, el cual se prevé haga el recorrido en solo 39 minutos en cuanto esté en operación. No obstante, diversos problemas legales con los comuneros y ejidatarios de la zona, han elevado su costo y postergado su conclusión. Adicionalmente en las antiguas instalaciones de la estación de FFCC de Buenavista, se construyó la terminal del primer FFCC suburbano como un transporte eléctrico, de alta velocidad para correr de Buenavista a Cuautitlán, la cual entró en operaciones en 2009 (Linares: 2019, p. 186).

Mientras que el gobierno de la CDMX ha impulsado el Cablebús como otra alternativa de transporte público eléctrico que beneficie a la población de escasos recursos, que habitan en las zonas elevadas en donde es más costoso introducir el transporte convencional, de esta manera se han puesto en operación 2 líneas, la primera que corre de Indios Verdes a Cuauhtepac, desde marzo de 2021, seguida por la línea 2 que va de Constitución de 1917 a Santa Martha, desde agosto de 2021, la cual por su longitud de 10.5 km, es considerada como la más larga del mundo. Por su parte el gobierno del Estado de México ha desarrollado el Mexicable que atraviesa las zonas elevadas de Ecatepec con la línea 1 inaugurada en 2016, mientras que la línea 2 que corre de Ecatepec a Tlalnepantla, fue inaugurada a inicios de 2023.

La introducción del taxi eléctrico en la CDMX también constituyó otro esfuerzo más por iniciar una nueva era de la movilidad urbana, la cual sin embargo ha enfrentado grandes dificultades. Primero con el gobierno de Mancera, quien en marzo de 2018 entregó 100 patrullas Ford Fusión con motor híbrido además de 50 nuevos taxis eléctricos con la intención de renovar la flota vehicular de colectivos, empero el programa se enfrentó a los problemas económicos de la mayoría de los taxistas, quienes al no disponer de medio millón de pesos para adquirir un vehículo eléctrico, a pesar de contar con una bonificación de 100 mil pesos, no vieron viable el proyecto y en consecuencia el programa abortó y solo quedaron los cargadores eléctricos en la calle de Guatemala abandonados como mudos testigos de proyectos mal planificados.

El segundo intento lo promovió el gobierno de la CDMX de Claudia Sheinbaum, mediante la firma de un convenio entre la SEMOVI y NAFIN con el Banco de Desarrollo del Estado de Alemania (KfW) a inicios de 2023, mediante el cual se busca la renovación de autos que tengan más de 10 años de vida útil por vehículos híbridos o eléctricos, a través del

programa de financiamiento al transporte público individual sostenible, en donde por cada peso invertido por la SEMOVI y NAFIN, el banco alemán se compromete a invertir dos pesos. Por el momento resulta prematuro realizar una evaluación sobre los resultados alcanzados con este programa.

El litio: recurso estratégico para la manufactura de los autos eléctricos

El litio es uno de las principales materias primas indispensables para la fabricación de los autos eléctricos, sobre todo para la elaboración de todo tipo de baterías, necesarias para encender y mantener en movimiento el automóvil, además de determinar, según sus características, su capacidad de almacenamiento y duración de la carga; es decir, la autonomía del vehículo. A nivel mundial la disputa por el litio ha venido creciendo, tanto entre regiones, gobiernos y sobre todo transnacionales mineras, a sabiendas de que el control de la exploración, extracción, procesamiento y venta del litio representa un negocio muy lucrativo, al formar parte de las cadenas de valor de la industria de autos eléctricos. Para ello se han formado grandes alianzas estratégicas entre bancos y empresas mineras de clase mundial, para asegurar el suministro del mineral ya procesado en cualquier parte del mundo, ya sea mediante la intromisión en la política interna de los países pobres que poseen el mineral, comprando apoyos entre los integrantes de los órganos legislativos para promover reformas que favorezcan el saqueo, o bien firmando alianzas con otras empresas locales y globales para conseguir el mismo fin.

Principales reformas a la ley minera de 1992

Previa a la entrada en vigor del TLCAN y como parte de las reformas estructurales de carácter neoliberal que conllevaran a una economía de mercado, el gobierno de Salinas de Gortari promovió una serie de modificaciones legales que llevaron a reformar el artículo 27 constitucional, con el objeto de hacer más productivo y competitivo al sector agropecuario y la actividad minera, además de crear un marco de certeza jurídica que otorgara seguridad a la inversión privada nacional y extranjera (Linares: 1996, p. 22).

Con las reformas constitucionales promovidas por el gobierno de Salinas orientadas principalmente hacia el sector agropecuario, se crearon las condiciones para que también la actividad minera se beneficiara, aunque no necesariamente mediante inversiones productivas sino mediante la especulación, con cientos de minas y tierras que garantizaran algún beneficio a futuro. México tiene 200 millones de hectáreas y los gobiernos neoliberales de Vicente Fox, Felipe Calderón y Peña Nieto entregaron 120 millones de hectáreas. El tener una concesión significa el poder llevar a cabo operaciones en el mercado financiero. Según datos de la Cámara Minera de México, solo 4 millones de las 17 millones de hectáreas concesionadas vigentes se encuentran en producción (Núñez: 2022, p. 37).

Con lo anterior queda claro que la política instrumentada por las empresas mineras que operan a nivel global, ha aprovechado la coyuntura y el crecimiento del precio y de la demanda en el mercado internacional para firmar alianzas, adquirir otras empresas y realizar diversas asociaciones que les facilite el acceso al litio. Así, en dos años, a partir de estas asociaciones, el litio “mexicano” en posesión de Bacanora Lithium está en manos de ingleses,

chinos y alemanes, en donde la empresa china es la mayor productora de litio en el mundo, que además cuenta con la mayor tecnología para extraer ese mineral y convertirse en líder proveedor de productos de litio de grado de batería en 2023; abasteciendo al vehículo eléctrico de rápido crecimiento, cuyo mercado es Asia. Es decir, el destino del mineral no es México. Los asiáticos producen el 90% de baterías de litio en el mundo (Núñez: 2022, p. 21).

Decreto para nacionalizar el litio en México

Desde la llegada al poder del gobierno de la 4ª transformación se inició la revisión de las diversas concesiones que los gobiernos neoliberales otorgaron a las firmas mineras, tanto nacionales y extranjeras. Puesto que se calcula que durante los últimos 28 años se extrajeron del territorio nacional 798% más de oro y 167% más de plata de lo que se extrajo durante los 300 años que duró la época colonial (Núñez: 2022, p. 11). Durante este lapso el gobierno de México llegó a concesionar a empresas nacionales y extranjeras más de 30 millones de hectáreas. Hoy siguen vigentes más de 24 mil títulos de concesión que abarcan 16.8 millones de hectáreas, las cuales se extienden en 30 entidades federativas del país (Núñez: 2022, p. 12).

Ante tales circunstancias, el gobierno de López Obrador envió una propuesta de ley que fue avalada por la H. Cámara de Diputados, en donde propuso que el litio (junto con otros minerales) fuera declarado como un mineral estratégico que quedara bajo el dominio de la Nación y del Estado. Además, se proponía que el litio estuviera fuera de la lógica de las concesiones mineras otorgadas desde 1992, con la aprobación de la Ley Minera; en donde también se propuso fuera creada la empresa paraestatal LITIOMX, la cual se encargaría de realizar la exploración, extracción, refinación, comercialización y utilización del litio extraído en el territorio nacional.

El objetivo de llevar a cabo la nacionalización de dicho mineral, era con el propósito de desarrollar un polo energético en Sonora, principal productor del mineral en el país, con miras a impulsar la producción de vehículos eléctricos en México, aprovechar la energía solar del proyecto Puerto Peñasco y el litio producido en esta entidad federativa; además de aprovechar en favor del Estado mexicano los incrementos del precio en el mercado internacional. El precio del litio se está modificando radicalmente, dado que en 2020 la tonelada tenía un costo de 5 mil dólares y actualmente ronda los 70 mil dólares (Hernández, 2022, p. 17).

La industria de automóviles eléctricos en México

Aun cuando hace más de 100 años se registró la presencia de autos eléctricos en el país, los cuales fueron adquiridos por algunas familias pudientes cercanas al régimen de Porfirio Díaz, no es sino hasta la década de los noventa del siglo XX, cuando comienzan a circular automóviles híbridos en algunas ciudades del país, los cuales eran importados en la mayoría de los casos.

Actualmente se observan ya una mayor cantidad de unidades híbridas y eléctricas circulando en el territorio nacional, la mayoría de las cuales siguen siendo importadas de Asia, Europa y los EUA y un porcentaje cada vez más significativo son fabricadas ya en

territorio nacional, tanto por las firmas transnacionales aquí instaladas, así como no pocas empresas nacionales que compiten por el mercado. En general se estimaba que hasta 2022 circulaban en el territorio nacional 51,065 vehículos con tecnología eléctrica, lo cual representaba un modesto 4.7% del total.

Cuadro 1. Producción de vehículos eléctricos en México, 2020-2023

Año	Unidades	Crecimiento %
2020	7,256	
2021	63,565	776.0
2022	86,909	36.7
2023 ^{e/}	221,970	155.4

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2020-2022 y para 2023, cifras publicadas por Cluster Industrial, Artículo especial. Versión digital, 3 abril 2023).

A pesar de la prolongación de la pandemia por Covid 19 que obligó al cierre total de las plantas automotrices durante tres meses de 2020, la producción de autos eléctricos pronto logró poner en operación su fabricación hasta cerrar en 86,909 vehículos en 2022, para totalizar 157,730 unidades entre 2020 y 2022 (Ver cuadro 1). Adicionalmente durante este periodo la proveeduría de autopartes para vehículos eléctricos fabricados en nuestro país, ya cuenta con 84 proveedores de electromovilidad y componentes que trabajan para diversas firmas automotrices globales; por ejemplo para los modelos Ford ya representan el 80%, mientras que para los modelos Tesla fabricados en la Unión Americana representan el 20%; sin embargo se denota una fuerte concentración de proveeduría de electromovilidad en el país en donde el Noreste destaca con 41% y el Bajío participa con 40%. Para 2023 se estima una cifra anual de producción de 221,970 unidades, lo que representaría, el mayor crecimiento anual de 155.4% del periodo de estudio.

Entre las firmas automotrices de capital extranjero que operan en el país, destacan, entre otras, la empresa Ford, en cuya planta localizada en Cuautitlán, México, está produciendo la SUV eléctrica Ford Mustang Mach M2022, hecha por mano de obra femenina desde hace varios meses; seguida por la firma Zacua 100% mexicana, instalada en Puebla en donde se producen los modelos M2 y M3; mientras que la empresa china Giant Motors instalada en Hidalgo, produce el modelo JAC E 10X. Por su parte, la firma Moldex, subsidiaria del grupo Bimbo, ha venido fabricando vehículos de reparto alimentados por energía eléctrica proveniente del parque eólico Piedra Larga, Oaxaca y de techos solares, hasta convertirse en la empresa con la flotilla eléctrica más grande de México y una de las más importantes de América Latina (Ver cuadro 2).

Mientras tanto diversas firmas automotrices instaladas en el país, han anunciado la producción de vehículos eléctricos en el corto plazo, tal es el caso de la General Motors, quien anunció que a partir de 2024 producirá la Blazer y la Equinox EV en su planta de Ramos Arizpe, Coahuila, con una inversión de 1,000 millones de dólares y con la denominación de Fábrica de Equipos Originales (OEM). Por su parte la empresa alemana BMW ampliará su planta de S.L.P. para poder producir su primer auto eléctrico a partir de

2027. De igual forma, la firma Stellantis anunció recientemente que remodelará la planta de Saltillo, Coahuila, para fabricar vehículos eléctricos. Asimismo, se tienen noticias de que la empresa WTech invertirá 180 millones de dólares para fabricar camiones militares y de pasajeros en El Salto, Jalisco. Finalmente, la firma mexicana Megaflux en sociedad con la empresa DINA y la asesoría técnica de la UNAM, se encuentran en la fase final de pruebas para fabricar el autobús eléctrico para 40 pasajeros, con el propósito de que sea integrado a la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) de la Ciudad de México.

Cuadro 2. Plantas ensambladoras de autos eléctricos en México, 2012-2023

Entidad federativa	Número de plantas	Porcentaje Nacional	Año anuncio	Inversión (mdd)	Nombre de la empresa	País de origen
Estado de México	3	18.8	2019	1,100	Ford	EUA
			2023	200	Stellantis	EUA
			2012	3,000	Moldex	México
Puebla	3	18.8	2022	763	VW	Alemania
					Audi	Alemania
					Zacua	México
Nuevo León	2	12.5	2023	5,000 n/d	Tesla Quantum	EUA Bolivia
Coahuila	2	12.5	2022	1,100	General Motors	EUA
			2023	200	Stellantis	EUA
Guanajuato	2	12.5	2023	13	Toyota	Japón
			2023	3,000	Jetour	China
San Luis Potosí	1	6.2	2023	860	BMW	Alemania
Jalisco	1	6.2	2022	180	WTech	EUA
Hidalgo	1	6.2		n/d	JAC	China
Ciudad de México	1	6.2	2023	n/d	Megaflux	México
Total	16	100		15,416		

n/d No disponible.

Fuente: Elaboración propia con base en diversas notas periodísticas.

Por otra parte, la firma japonesa Toyota informó que invertirá 13 millones de dólares para producir la camioneta Tacoma híbrida eléctrica en su planta de San José Iturbide, Guanajuato a partir de 2024; asimismo la empresa alemana Audi anunciará la próxima semana la ampliación de su planta localizada en Puebla con el propósito de iniciar la fabricación de autos eléctricos; mientras que la firma boliviana Quantum anunció la construcción de una fábrica de autos eléctricos ligeros en Nuevo León.

No obstante, la noticia que más impactó favorablemente al comenzar este año, fue el anuncio de la empresa estadounidense Tesla de instalar una megafábrica en Santa Catarina, Nuevo León, mediante la inversión de más de 5 mil millones de dólares, para convertirla en la fábrica de autos eléctricos más grande del mundo.

El valor de las ventas al igual que la producción también se han incrementado durante el periodo de la pandemia 2020-2022 en 109.2%, al pasar de 24,405 vehículos híbridos y eléctricos en 2020, a un total de 51,065 vehículos; entre los cuales los vehículos eléctricos registraron el mayor aumento con 1,154.1%, seguidos por los vehículos híbridos plugin

cuyas ventas se incrementaron 130.4% en contraste con los vehículos híbridos que solo crecieron 80% durante el periodo señalado (Ver cuadro 3).

Sin embargo, no hay que perder de vista, que en términos absolutos, para el año 2022, el 80% de los vehículos eran híbridos, el 11% eran eléctricos y el 9% restante eran vehículos híbridos plugin (Ver cuadro 3).

Cuadro 3. Ventas de vehículos híbridos y eléctricos en México, 2019-2023
(Unidades)

Año	Vehículos eléctricos	Vehículos híbridos Plugin A/	Vehículos híbridos B/	Total
2019	305	1,339	23,964	25,608
2020	449	1,986	21,970	24,405
2021	1,140	3,492	42,447	47,079
2022	5,631	4,575	40,859	51,065
2023 ^{C/}	1,960	697	15,126	17,783

A/ Vehículos híbridos conectables. B/ Vehículos híbridos no conectables.

C/ Comprende el periodo enero-abril.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Entre enero-abril de 2023 las ventas se incrementaron 20.2% más con respecto al mismo periodo de 2022. Al analizar la venta de vehículos híbridos y eléctricos en el país por entidad federativa, destaca la CDMX en donde se adquirió el 25%, seguidos por el Estado de México con 14%, mientras que en Nuevo León se vendió el 10%, Jalisco 9%, Puebla 4%, finalmente en el resto de las entidades se vendieron el 39% de las unidades, entre 2020 y 2022.

El mercado más importante hacia donde se orienta gran parte de los autos eléctricos sigue siendo los EUA, debido a la capacidad de compra que tiene un amplio sector de la población, pero sobre todo por los subsidios que el gobierno de Biden otorga a los consumidores en la compra de un vehículo eléctrico, en especial los ensamblados en América del Norte de hasta 7,500 dólares por vehículo, situación que explica la presencia de México y Canadá entre los primeros 5 exportadores, solo superados por Japón, Corea del Sur y Alemania. (Ver cuadro 4)

Cuadro 4. Exportación de vehículos eléctricos hacia los EUA según país de origen, 2022

Lugar	País de origen	Millones de dólares	Participación porcentual
1º	Japón	6,381	28.8
2º	Corea del Sur	5,874	26.5
3º	Alemania	5,074	22.9
4º	México	2,636	11.9
5º	Canadá	2,195	9.9
Total		22,160	100.0

Fuente: Industria Nacional de Autopartes.

Sin embargo, ante la producción insuficiente de vehículos eléctricos en México, el mercado de importación de estos vehículos ha venido creciendo en los últimos meses, hasta convertirlo en un negocio lucrativo, sobre todo para diversas firmas asiáticas, como la china Byd, que firmó una alianza estratégica con la cadena de tiendas departamentales Liverpool, para vender vehículos eléctricos e híbridos enchufables en México desde junio de 2023 (Ruiz y Navarrete, 2023, p. 42); estrategia que muy pronto seguirán, según diversos especialistas, otras empresas chinas, con presencia en México, tales como Motornation y Chirey.

Principales retos y dificultades para la transición de la electromovilidad en México

Una de las principales características de la movilidad del siglo XXI, tanto de personas como de mercancías, se realiza cada vez más a través de los vehículos eléctricos, aunque en realidad dicha transición hacia la electromovilidad es aún muy baja con respecto a lo deseable, puesto que en China se tiene una participación de 47% en el total de vehículos en circulación, contra 25% registrado en Europa, 20% en los EUA; mientras que en México solo se tenía una participación del 4.7% del total hasta 2022.

Sin lugar a dudas los grandes avances que se han alcanzado con la tecnología de los vehículos eléctricos son capaces de satisfacer las crecientes necesidades de movilidad de un amplio sector de la población mundial, sin embargo, aún quedan por superarse diversas barreras y retos, tanto económicos, técnicos, culturales, políticos y sociales, para que la transición hacia la electromovilidad en México sea una realidad.

Entre los principales retos y dificultades podemos mencionar los siguientes:

Económicos:

- a) Reducir los costos de producción y precios de los autos al consumidor final
- b) Implementar una política de subsidios para estimular la compra de autos eléctricos

Técnicos:

- a) Mayor autonomía de las baterías (600 km/6 años)
- b) Desarrollo de una red de recarga pública (reducirlo de 30 a 10 minutos)

Sociales:

- a) Fomentar la cultura sobre las ventajas ecológicas de utilizar autos eléctricos

La electromovilidad en el marco de los acuerdos del T-MEC

Cuando se aprobó y puso en operación el T-MEC en julio de 2020, ante severas presiones económicas y políticas del gobierno de Trump en contra de nuestro país, se desarrolló la idea entre diversos especialistas de que el T-MEC no era un mejor acuerdo que el TLCAN, puesto que se incrementó el proteccionismo y las barreras comerciales contra el resto del mundo, especialmente Asia y Europa, lo cual provocaría aislar a México del comercio mundial, al dejar

subutilizados los otros 12 acuerdos comerciales que nuestro país tenía firmados con más de 55 países del mundo; lo cual derivaría en incrementar aún más la dependencia comercial que México mantiene con los EUA. (Linares, 2021, xi)

Durante las diversas y prolongadas sesiones que se desarrollaron durante más de 24 meses entre los representantes de los socios comerciales de Norteamérica para renegociar el TLCAN, de los 34 capítulos que conforman el nuevo T-MEC, puesto en marcha hace tres años, existe todo un capítulo referente a las reglas de origen de las autopartes, contenido mínimo de acero y de aluminio que deberán cumplir los autos fabricados en la zona, así como el pago mínimo por hora que deberían obtener los trabajadores de la industria automotriz localizada en la región de Norteamérica; sin embargo a pesar de no haberse acordado nada sobre la electromovilidad y dado que las reglas de origen del T-MEC ya no sean las apropiadas y sea conveniente actualizarlas, resulta muy relevante para la industria que el Congreso de EUA haya aprobado otorgar subsidios para vehículos eléctricos ensamblados en América del Norte de hasta 7,500 dólares por vehículo, lo cual beneficia a las industrias mexicanas; aunque originalmente dicho estímulo solo eran para empresas instaladas en los EUA, sin embargo ante la apelación de México y Canadá, de que dicho estímulo era discriminatorio e incurría en una posible afectación al T-MEC, lograron que se derogara y si en cambio se ampliara el beneficio para cualquiera de las plantas localizadas en Norteamérica.

En estas condiciones y ante la falta de políticas públicas y un programa de estímulos por parte del gobierno federal, la producción y venta de vehículos eléctricos en México dependerá de los estímulos y desarrollo del mercado externo, para que los costos de producción de los autos eléctricos en el mediano plazo, tiendan a equipararse con los costos existentes en la fabricación de los autos de combustión interna y por ende, los precios al consumidor final sean más accesibles.

Las metas de electromovilidad por parte del gobierno de la 4^o Transformación

También en 2023 se dio a conocer el anteproyecto publicado en el portal de la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (Conamer) mediante el cual se informa sobre la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica elaborada por la Secretaría del Medio Ambiente y de Recursos Naturales (Semarnat), cuyos objetivos consisten en establecer las bases y pautas sobre los requerimientos y prioridades técnicas, financieras, legales, institucionales y administrativas, así como los esquemas de incentivos que permitan impulsar y posicionar a nivel nacional la movilidad eléctrica, como una alternativa de movilidad viable y sostenible. (Semarnat: 2023, p. 6)

En dicho anteproyecto que aún se discute en consulta pública se mencionan una serie de incentivos fiscales y financieros que debieran acompañar la estrategia de movilidad eléctrica, entre las cuales destacan:

- a) Exención de los impuestos del IVA e ISR en las importaciones y exportaciones.
- b) Exención de los impuestos en la adquisición de vehículos híbridos y eléctricos.
- c) Desarrollar infraestructura para cargar en el hogar y en las calles.
- d) Instalación de placas verdes a los vehículos que cumplan con la norma.

- e) Reducción de aranceles a autobuses eléctricos y diversos componentes.
- f) Incentivar la creación de esquemas de comodato, renta o financiamiento de autobuses y/o baterías.
- g) Mecanismos de garantías crediticias del gobierno para incentivar el financiamiento de vehículos eléctricos por parte de la banca comercial.
- h) Establecer una tarifa especial en la recarga de energía para el transporte público.
- i) Reactivar el bono de chatarrización para la sustitución de autobuses con vehículos con propulsión eléctrica.
- j) Reducción de impuestos y aranceles para cargadores de flotas. (Semarnat: 2023, p. 9)

Adicionalmente en dicho anteproyecto se señalan las metas a alcanzar para 2030 y 2050, en el marco de los acuerdos y compromisos adquiridos por nuestro país en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP27).

Para 2030 las 10 ciudades con mayor cantidad de emisiones GEI y contaminantes criterio (PM2.5 y PM10) del país, contarán con al menos un componente de transporte público con tecnología eléctrica. Originalmente se indicó la meta de que el 10% de las ventas de vehículos ligeros y pesados serán eléctricos e híbridos, sin embargo, ante los compromisos contraídos con la ONU, la meta se elevó al 50%. Para 2050, según el anteproyecto, se aspira a contar con un 100% de ventas de vehículos eléctricos e híbridos, con cargadores cada 5 km y consolidar un sistema de transporte de carga electrificada. (Semarnat: 2023, p. 13)

En general, de todo el documento referido podemos resaltar algunas fortalezas y debilidades; así por ejemplo entre las principales fortalezas destacan los objetivos y el diagnóstico bien estructurado que se presenta; sin embargo el documento registra un mayor número de debilidades, consistentes en las metas muy ambiciosas que se pretenden alcanzar en 2030 y 2050, así como en las estrategias con un listado de incentivos fiscales y financieros que se anuncian para alcanzar las metas y objetivos, pero sin señalar porcentajes, montos, ni recursos presupuestales que serán destinados a las múltiples tareas que realizarán las diversas dependencias del gobierno, tales como la SHCP, SE, SCT, SEMARNAT, PEMEX Y CFE, entre otras, para hacer que la estrategia se materialice.

Conclusiones

Desde la década de los 90, el capitalismo se encuentra en una onda larga de depresión, integrada por una sucesión de fuertes caídas y breves recuperaciones; esta situación se agravó más con la pandemia del Covid 19 entre 2020 y 2022 como periodo más crítico, en donde los países en una fuerte interdependencia por la globalización mundial (económica, política, cultural, social) en la que están inmersos, continúan haciendo esfuerzos desesperados por reactivar sus respectivas economías en 2023.

La movilidad eléctrica es una herramienta que constituye una de varias alternativas de solución para resolver diversos problemas públicos, tales como la industria, innovación tecnológica, el ambiente, empleo y la calidad de vida de la población. No obstante, en realidad

dicha transición hacia la electromovilidad es aún muy baja a nivel mundial, con respecto a lo deseable, puesto que incluso en países desarrollados -salvo China que casi alcanza la participación del 50% del total de vehículos en circulación-, se tiene muy poca movilización por este medio de transporte todavía: 25% Europa y 20% en los EUA; en consecuencia, se puede deducir que en países en desarrollo es todavía más baja dicha participación, tal es el caso de México que solo tenía una participación de 4.7% del total hasta 2022.

La Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica propuesta por la Semarnat que aún se encuentra en consulta pública, arroja más dudas que certezas; ejemplo de ello, corresponde a las metas a alcanzar para 2030, consistente en que el 50% de las ventas de vehículos sean cero emisiones y que en 2050 se alcance el 100%, son muy difíciles de lograr, puesto que sin subsidios ni estímulos como se entregan en los EUA de 7,500 dólares por auto, se antojan como metas inalcanzables en nuestro país.

Por otra parte, México se encuentra muy rezagado en la generación de energías limpias renovables, tales como la energía solar, eólica, hidráulica y la geotermia; por ello resulta impostergable acelerar la conversión energética, puesto que, si el origen de la energía producida para cargar los vehículos eléctricos es como hasta ahora, en su mayor parte, a partir de fuentes fósiles como el carbón y el petróleo, entonces el objetivo central de la estrategia no se cumplirá. Otro factor importante, será que México no se quede atrapado en explotar al litio como insumo estratégico encaminado a la exportación, en lugar de explotarlo y refinarlo para agregarle valor a la industria automotriz sustentable del país.

Adicionalmente la infraestructura existente en el país no garantiza la cobertura y recarga que requieren los autos eléctricos e híbridos, puesto que de acuerdo a los estándares internacionales se requieren en promedio 12.5 estaciones por cada vehículo eléctrico y en México el promedio es todavía insignificante al contar solo con 1,189 unidades, de las cuales 50% se localizan solo en cuatro entidades federativas (CDMX, Jalisco, Nuevo León y México), por lo tanto se requerirá instalar más de 15,700 electrolinerías de carga pública en el país para lograr las metas señaladas de electromovilidad para 2030.

Pero uno de los mayores obstáculos que impide que la mayor parte de la población adquiera un vehículo de cero emisiones, lo es sin duda, el precio elevado de dichos automóviles, puesto que el auto más accesible de 439,000 pesos cuesta más de dos veces al más económico de gasolina que se ofrece en el mercado a un precio de 209,000 pesos; limitación determinante que responde a la estructura ocupacional y precaria, así como a los salarios bajos que percibe la mayor parte de la población ocupada del país. Esto aunado a la falta de apoyos y estímulos públicos para que la banca comercial otorgue créditos para la compra de autos eléctricos.

Referencias

- Aleyda Ángel.** (28 de febrero 2023). *La planta de Tesla en México será la fábrica de autos eléctricos más grande del mundo y tendrá una inversión de 5,000 millones de dólares.* Xataka Auto, disponible en: <https://www.xataka.com.mx/automovil/planta-tesla-mexico-sera-fabrica-autos-electricos-grande-mundo-tendra-inversion-5-000-millones-dolares>, consultado el 10 de julio de 2023.
- Banco Mundial.** (01 de enero 2003). *Informe sobre el desarrollo mundial 2003 - Desarrollo sostenible en un mundo dinámico: Transformación de las instituciones, crecimiento y calidad de vida: Informe sobre el desarrollo mundial 2003 - Desarrollo sostenible en un mundo dinámico: Transformación de instituciones, crecimiento y calidad de vida (español).* <https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documentsreports/documentdetail/222441468340783817/informe-sobre-el-desarrollo-mundial-2003-desarrollo-sostenible-en-un-mundo-dinamico-transformacion-de-instituciones-crecimiento-y-calidad-de-vida>, Consultado el 18 de julio de 2023.
- Bretón, Ángeles.** (23 de febrero 2023). *Gobierno estatal prevé reactivar el tren turístico Puebla-Cholula.* En El Universal Puebla, disponible en: <https://www.eluniversalpuebla.com.mx/estado/gobierno-estatal-preve-reactivar-el-tren-turistico-puebla-cholula>, consultado el 7 de julio de 2023.
- Clúster Industrial.** (03 de abril 2023). *¿Cómo se comportará la producción de vehículos eléctricos en México en 2023?* <https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/6014/como-se-comportara-la-produccion-de-vehiculos-electricos-en-mexico-en-2023>, consultada el 20 de julio de 2023.
- Dabat, A. y Rivera, M. A.** (1994). *“Las transformaciones de la economía mundial”.* En Dabat, A. [Coord.]. *México y la globalización.* (págs. 15-38). México. Ed. CRIM/UNAM.
- De la Herrán, J.** (2014). *El auto eléctrico, una solución apremiante.* México. Ciencia de boleto, STC Metro-UNAM.
- El Financiero y El Economista,** diversas fechas.
- file:///F:/Downloads/2022/Comunicaci%C3%B3n%20y%20Periodismo/RESULTADOS%20diciembre%202022.pdf.** AMIA, consultado el 13 de julio de 2023.
- García, Álvaro.** (n/d). *Los vestigios del tranvía en Monterrey.* En Orgullo Nuevo León, disponible en: <https://www.orgullonuevoleon.com/2020/08/02/los-vestigios-del-tranvia-en-monterrey/>, consultado el 7 de julio de 2023.
- García Calderón, Danae.** (15 de noviembre 2015). *Entrega Mancera 100 patrullas híbridas y 50 taxis eléctricos.* En GAZO. Sistemas de Gas Vehicular, disponible en: <https://www.gazo.com.mx/1143/entrega-mancera-100-patrullas-hibridas-y-50-taxis-electricos/>, consultado el 6 de julio de 2023.
- Gobierno del Distrito Federal.** (2007). *Ciudad de México. Crónica de sus delegaciones.* México. Secretaría de Educación del Distrito Federal.

- Gobierno de la Ciudad de México y Metrobús.** (n/d). *¡Conóceme soy 100% eléctrico!*
<https://www.metrobus.cdmx.gob.mx/dependencia/acerca-de/electricoMB>,
consultado el 6 de julio de 2023.
- González, Patricia.** (2019). *Principios básicos del vehículo eléctrico*. España. Universidad de Valladolid.
- Guillén Romo, Héctor.** (2000). *La contrarrevolución neoliberal en México*. México. Ed. Era.
- Hernández Mirtha,** (2022) “El litio de América Latina, clave para definir el tema energético a nivel mundial”, *Gaceta UNAM*, México, 22 de septiembre de 2022, p. 17.
- Kuczynski, Jürgen.** (1978). *Breve historia de la economía*. México. Ediciones de Cultura Popular.
- Linares Zarco, Jaime.** (1996). *Crisis agrícola y crisis urbana; repercusiones de la transformación del suelo agrícola en suelo urbano: estudio sobre la ZMCM*. México. Ed. FES Aragón-UNAM.
- Linares Zarco, Jaime.** [Coord.], (2019). *El sistema de transporte público en el Estado de México. El caso de las líneas 1, 2 y 3 del Mexibús*. México. Ed. FES Aragón-UNAM.
- Linares Zarco, Jaime.** [Coord.], (2021). *Del TLCAN al T-MEC. 25 años de dependencia comercial de México*. México. Ed. LAES-FES Aragón-UNAM.
- Martínez, Marco Antonio.** (05 de marzo del 2021). *Gobierno de CDMX sepulta plan de taxis eléctricos de Mancera*. En *La Silla Rota*, disponible en: <https://lasillarota.com/metropoli/2021/3/5/gobierno-de-cdmx-sepulta-plan-de-taxis-electricos-de-mancera-270270.html>, consultado el 6 de julio de 2023.
- Marx, Carlos** (1985). *El Capital*. Tomo I. Vol. I. México. Siglo XXI.
- Méndez J. y S. Zorrilla.** (1984). *Diccionario de economía*. Ed. Océano. México.
- Núñez Rodríguez, Violeta.** (2022). *La batalla por el litio de México*. México. Ed. Entretejas.
- Opalín Mielniska, León.** (2000). *Globalización y cambio estructural*. México. Ed. Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C.
- Padilla Aragón, Enrique.** (1981). *Ciclos económicos y política de estabilización*. México. Ed. Siglo XXI.
- Palafox Alvarado, Gerardo.** (2009). *Diseño y construcción de un vehículo eléctrico con variador de velocidad mediante un convertidos CD-CD*. Tesis de ingeniería electrónica. México. Universidad Tecnológica de la Mixteca de Oaxaca.
- Portal de Gobierno de la Ciudad de México.** (12 de noviembre del 2022). *Impulsamos la electromovilidad en taxis de la CDMX*. <https://gobierno.cdmx.gob.mx/noticias/impulsamos-la-electromovilidad-en-taxis-de-la-cdmx/>, consultado el 6 de julio de 2023.
- Ruiz Jonathan y Fernando Navarrete,** “BYD y su liderazgo en el Mercado”, *Revista Bloomberg Businessweek*, N° 139, 29 de junio de 2023, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica. [Archivo PDF]. https://transformative-mobility.org/wp-content/uploads/2023/04/MEX_Semarnat.pdf, consultado el 12 de julio de 2023.

<https://imt.mx/resumenboletines.html?IdArticulo=550&IdBoletin=196#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20se%20tienen%20disponibles,y%20el%C3%A9ctricos%20%20llamados%20tambi%C3%A9n%20electrolineras>, consultada el 14 de julio de 2023.

SEMARNAT. (septiembre 2018). *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica.* [Archivo PDF]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395715/6_SEMARNAT_EstElectroMovilidad.pdf, consultado el 12 de julio de 2023.

Sin Embargo al Aire. (26 de junio 2023). *El Tren Interurbano arranca en septiembre con esta ruta y este costo.* [Archivo de video]. https://www.youtube.com/watch?v=Oalh_m6L2MY, consultado el 10 de julio de 2023.

Transporte e Infraestructura Mexicana. (19 de septiembre 2021). *20 DATOS interesantes del CABLEBÚS que quizá no sabías.* [Archivo de Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=eySnnG2if7Y>, consultado el 6 de julio de 2023.

Wikipedia. La enciclopedia libre. (05 de julio 2023). *Sistema de Tren Eléctrico Urbano.* https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Tren_El%C3%A9ctrico_Urbano, consultado el 7 de julio de 2023.

Wikipedia. La enciclopedia libre. (16 de julio 2023). *Metrorrey.* <https://es.wikipedia.org/wiki/Metrorrey>, consultado el 7 de julio de 2023.

Wikipedia. La enciclopedia libre. (20 de julio 2023). *Tren Interurbano México-Toluca.* https://es.wikipedia.org/wiki/Tren_Interurbano_M%C3%A9xico-Toluca, consultado el 7 de julio de 2023.