

## 7. La viabilidad del uso de los autos eléctricos en naciones en desarrollo<sup>1</sup>

DANIEL ROMO RICO\*

CHRISTIAN MUÑOZ SÁNCHEZ\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.187.07>

### Resumen

La incorporación de los autos eléctricos al parque vehicular es una de las medidas que se están alentando para neutralizar los efectos del cambio climático. Implica el desplazamiento del diésel y la gasolina como combustibles en el sector transportes. Algunas naciones han planteado metas para la mitad del decenio siguiente, que vislumbran potenciales cambios estructurales en la industria automotriz, así como con las que interactúa. No todos los países han planteado dichas metas y mucho menos cuentan con las condiciones para avanzar en tal proceso. El presente capítulo busca identificar los principales retos que las naciones en desarrollo afrontan para alinearse al proceso de desplazamiento de los autos convencionales operados con los derivados del petróleo. Para ello, se realiza un diagnóstico de las industrias petroleras y el problema medioambiental que origina su combustión. Asimismo, se analiza la industria automotriz y sus avances en el caso de los autos eléctricos. Finalmente, se exponen los obstáculos que esas na-

---

<sup>1</sup> Capítulo derivado del proyecto de investigación sip 20230202 "Estudios sobre el Sector Energético en México" patrocinado por el Instituto Politécnico Nacional.

\* Doctor en Ingeniería en Economía de la Energía. Profesor e investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Ticomán (SEPI-ESIA-TICOMÁN), Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4672-7988>

\*\* Doctor en Ciencias Administrativas. Profesor e investigador de la (ESCA-ST), Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8692-4252>

ciones en desarrollo afrontan para electrificar su parque vehicular. Se concluye que tal proceso será lento y complejo en virtud de las condiciones de ese grupo de naciones, por lo que su alineación hacia el uso de los autos eléctricos demanda política públicas de largo plazo, soportadas con recursos financieros, tecnológicos, políticos y sociales.

**Palabras clave:** *Autos eléctricos, naciones en desarrollo, políticas públicas, ventajas y desventajas de los autos eléctricos, transición de autos convencionales.*

## Introducción

El crecimiento económico está ligado a la demanda de energía y, por tanto a su adecuado abasto, pero también a una serie de factores del entorno. En los últimos años se han instrumentado distintas acciones para reducir las emisiones de gases efecto invernadero entre las que destacan las realizadas en el sector energético. Una de las recientemente impulsadas es la adopción del vehículo eléctrico (VE), la cual tiene una serie de implicaciones, no sólo por introducir un producto nuevo en el mercado, sino por las del desplazamiento de los autos convencionales (AC), primordialmente impulsados por los combustibles gasolina y diésel, que llevan muchos años siendo aporte de la actividad económica global.

Se han realizado algunos estudios sobre la velocidad de introducción de los VE y, en particular, de los autos eléctricos (AE), que, si bien operan desde siglo XIX, no han logrado introducirse de manera masiva al mercado. Algunos han planteado que su adopción está relacionada con la percepción de los clientes o en las barreras de costos (Lebeau *et al.*, 2012). Otros centran su atención en las preocupaciones de su seguridad, confiabilidad y alcance (She *et al.*, 2017). También se plantean las condiciones de los consumidores —educación y capacidad adquisitiva— (Abotalebi *et al.*, 2019). Asimismo, se ha planteado que persisten barreras para su uso, las cuales dependen de múltiples factores, como las elecciones de los consumidores, consideraciones jurídicas, geográficas y la etapa de la innovación tecnológica (Browne, 2012). Otros han señalado que la escala de transición es tan grande, de gran

alcance y requiere un análisis profundo, y que es más significativo dependiendo de las diferencias entre naciones desarrolladas y en desarrollo (Yerguin, 2022).

La velocidad de adopción de los AE está en función de factores tecnológicos, económicos, políticos, ambientales y sociales, aunque para algunos éstos últimos deban ser de mayor profundidad (Digalwar y Rastogi, 2023). En el caso de las naciones no desarrolladas, el tema del viraje hacia la integración de los AE a sus parques vehiculares ha sido poco estudiado, pero representa una opción para planear su política pública en materia energética y alinearse a los procesos de transición energética global o de seguridad energética.

Este trabajo analiza los retos que las naciones en desarrollo (NED) enfrentan a fin de transitar hacia el uso masivo de los AE, con el objeto de contribuir a la formulación de políticas públicas. Para identificar tales retos se analizan las actividades más críticas que pueden promover o desestimular a que las NED aceleren o moderen tal transición. Así, en primera instancia, se analiza la relación de las industrias de los hidrocarburos y de la automotriz a nivel global. Paso seguido, se exponen los elementos más relevantes que caracterizar a la industria automotriz tradicional, para continuar con su relevancia de su liga con el tema medioambiental. Se estudian las características generales de los VE y sus principales retos para utilizarse de manera masiva. Finalmente, se presentan los principales retos a enfrentar en las NED en la adopción de los AE. Se concluye que su uso y el desplazamiento de los convencionales en las NED enfrentará mayores retos que en las naciones desarrolladas, pero se excluye a China, quien es uno de los líderes en este renglón.

### **La industria de los derivados del petróleo y su relación con la industria automotriz (IA)**

El consumo mundial de energía primaria creció a una tasa media anual de 3.2% en los últimos treinta años. El transporte, que es fundamental en el desarrollo del intercambio de bienes y servicios y en el movimiento de personas, es la principal actividad demandante del consumo final con alrededor

de una cuarta parte del total. El petróleo y el gas natural han predominado como los principales combustibles utilizados en el sector transporte. Su contribución se ha reducido por la incorporación de los autos que consumen electricidad y el uso de las fuentes renovables.

Las reservas de petróleo se han mantenido al alza a través del tiempo, a pesar del agotamiento de los grandes campos convencionales, tanto por efecto de la disminución de los costos de producción motivados por los desarrollos tecnológicos, como por un nivel más elevado de los precios del crudo. Sin contemplar el volumen explotable de las reservas prospectivas y posibles desarrollos tecnológicos, que podrían permitir la explotación de campos de mayor complejidad (en aguas ultraprofundas o campos no convencionales, por ejemplo), el potencial suministro de aceite con el nivel de reservas probadas actuales es de al menos 19 años en las condiciones de producción actual. Ello permitiría dar continuidad al empleo de los AC, pero también la necesidad de transitar hacia los VE.

Durante 2022, se consumieron 97.3 millones de barriles de petróleo por día (MMbd), de los cuales dos terceras partes ocurrió en las naciones desarrolladas. China e India lideran el volumen consumido derivado de su desempeño económico y al tamaño de su población. La producción procedió de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) (36.7%), Estados Unidos (18.9%) y de Rusia (11.9%) (BP, 2023). Hacia los próximos años, se prevé que la tendencia en uso del petróleo continúe elevándose, principalmente en las NED, lo que contrastará con la tendencia decreciente que se mantiene en las más industrializadas. Sólo en 2023, las inversiones en la industria petrolera alcanzarían 528 miles de millones de dólares, siendo Estados Unidos, Brasil, Guyana y el Medio Oriente, las principales plazas de su impulso (AIE, 2023).

El apetito por el petróleo y derivados ha llevado a que la capacidad de refinación global llegara a 102 MMbd en 2022 (vs. 77 MMMbd de 1982). Entre 2022 y 2026 se tienen contemplados 460 proyectos relativos a refinerías. De esos, 118 son de nueva construcción y 342 expansiones de proyectos existentes. Alrededor de 215 se ubicaban en etapa de construcción hacia mediados de 2022 (Offshore Technology, 2022).

En América Latina están en proceso de construcción y/o actualización algunas refinerías. Tal es el caso de la nueva refinería Olmeca en México;

las ampliaciones en Esmeraldas de Petroecuador; Ecopetrol en la refinería Barrancabermeja (Arenales, 2023) y Paulinia en Brasil. En Asia, la actividad de creación de infraestructura en refinación es la más dinámica, encabezada por China entre las que destacan las nuevas capacidades de las Refinería Jie Yang, Shenghong, Guandong, Lianyungang, Jieyang, Huajin y Yulong. Otros proyectos destacados en esa región del mundo están en la India en la refinería de Balomer, Panipat, Gujarat y Vizag. En Kuwait inició la nueva refinería Al Zour, la refinería Jazan de Arabia Saudita, la de Karbala de Irak y la Duqm de Omán. Con estas la región elevaría su capacidad en cerca de 10 MMMbd en 2023. En África los proyectos más relevantes son Dangote en Nigeria y Dangote en Ghana (SyP Global, 2023).

La industria petrolera y de derivados está estrechamente ligada a la industria automotriz, ya que es un proveedor relevante de combustibles. Para las NED, el modificar dicha liga conlleva un sinnúmero de retos, que tienen impactos directos en su desempeño económico y, particularmente sobre su sector energético. Entre los más representativos se encuentran:

El mercado global del petróleo es de gran tamaño con potencial de negocio de alrededor de 2.4 billones de dólares (a 70 dólares por barril), mucho más que el Producto Interno Bruto (PIB) de varias naciones en el mundo. A ese mercado se añade las operaciones de cobertura (contratos de futuro, *forward* y de opciones), que en valor pueden superar en más de 6 veces al mercado spot. También, el mercado global de productos de derivados (gasolina, diésel y turbosina, entre otros) implica montos de intercambio elevados, en donde participan activamente las NED. Cambios en el nivel de precios del crudo impactan a esos mercados y, por ende, la valuación de los niveles de producción, consumo o comercialización de los citados países.

El nivel de la renta petrolera, que es la diferencia entre los ingresos y costos totales de la producción de hidrocarburos, es base para naciones productoras de petróleo por su contribución al (PIB). Tal es el caso de Libia (56%), Iraq (43%), República del Congo (35%), Angola (28%), Arabia Saudita (24%) y Omán (24%) o en general el Medio Oriente (15%). De hecho, casi una veintena de naciones dependen en más del 10% su actividad petrolera y para otras es fuente de abasto seguro de energía. Potenciales desplazamiento del petróleo en esas naciones generaría posibles conflictos sociales y económicos.

El nivel en los precios de petróleo ha sido relevante para la economía global y, en especial, para las NED. En periodos alcistas han inducido presiones inflacionarias en economías con mercados liberalizados e importadoras del crudo, lo que afecta el poder adquisitivo de los estratos de población más bajo. Por el contrario, puede ser un factor de amortiguamiento inflacionario en periodos bajistas, aunque no siempre los mecanismos de ajuste deflacionario son trasladados de productores a consumidores. En algunos casos se establece una política de precios de los hidrocarburos neutral, a través de la aplicación de subsidios al consumo, a fin de evitar presiones inflacionarias, redistribuir la riqueza y como bandera política.

Varios países tienen como fuente de divisas a la industria petrolera. Al reducirse los volúmenes de exportación por menores colocaciones de productos petroleros y no contar con una base sólida de exportaciones alterna, como acontece con la mayor parte, se limita su capacidad para financiar su balanza de pagos. Ello es particularmente relevante para las naciones con presiones de déficit en cuenta corriente, como el caso colombiano, brasileño y de Kazajistán, entre otros.

Los intereses de las empresas petroleras, especialmente de las más grandes (Oil Majors, por ejemplo), implican enorme experiencia, acumulación de grandes inversiones en infraestructura, recursos humanos y en general experiencia en el negocio. Existen intereses de las grandes petroleras privadas que, además de realizar actividades en la exploración y explotación de hidrocarburos, tienen una presencia relevante en las etapas de refinación, petroquímica y el transporte, almacenamiento y distribución. Algunas participan globalmente y en gran parte de las NED. Realizan operaciones en individual o en asociación y llegan a negociar de manera conjunta o apoyadas por sus gobiernos, lo que involucra grandes intereses de particulares.

Algunas son empresas petroleras estatales nacionales o tienen participación del Estado en el capital social. La permanencia del negocio de combustibles derivados del petróleo es fundamental por su potencial productivo, puede ser apoyo para la determinación de su política exterior o de sus acuerdos internacionales. En el caso de las naciones petroleras de menos desarrollo, pueden ser un elemento estratégico en su política pública, por el grado de su influencia económica y los efectos sociales y políticos que

involucra. Venezuela y su otrora boyante industria petrolera, Libia en tiempos de Muamar el Gadafi o Irak con Sadam Husein y la actual Rusia con Vladímir Putin son ejemplos de ello.

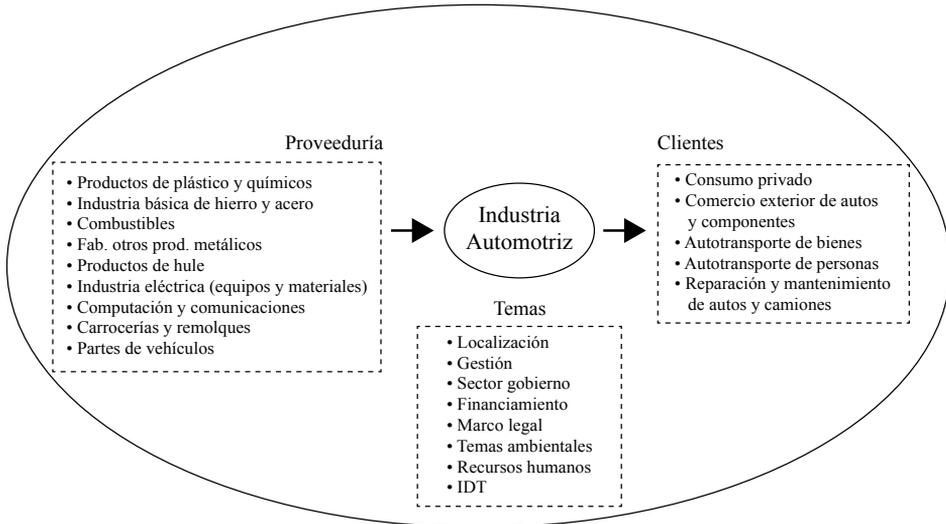
En paralelo con el desarrollo de las grandes petroleras, existen compañías que proveen de una amplia gama de bienes y servicios a largo de la cadena de valor de la industria petrolera. El nivel de especialización logrado en materia de servicios a la industria petrolera ha incentivado la formación de empresas de servicio de gran tamaño, perfil y especialidad. Para las naciones petroleras, el desarrollo los proveedores se traduce en crecimiento y potencialmente en desarrollo económico.

Una de las actividades de impulso de la industria petrolera ha sido los avances tecnológicos, que permiten apoyar su competitividad y eficiencia. La investigación y desarrollo (ID) promovida a nivel global implica canalizar fondos a centros de investigación, universidades y a la formación de personal. Ha posibilitado el consolidar avances en áreas de especialidad, tales como aguas profundas (Brasil y Noruega), campos no convencionales (Argentina), entre otras. Las NED obtienen beneficios, bien a través de la asimilación o adquisición de tecnología o para la formación profesional.

### **La industria automotriz (IA)**

La IA ha sido uno de los pilares de empuje de la economía internacional junto con la de los hidrocarburos. Contribuye con alrededor del 3% del Producto Interno Bruto global (Azone, 2022). La masificación en el uso del transporte posibilitó el constituir una amplia capacidad global instalada y el desarrollo de compañías proveedoras en las industrias del plástico, motores de combustión interna, equipos y accesorios eléctricos, productos de hule, productos químicos, de hierro y acero y partes para vehículos automotores, entre otras.

Figura 1. Principales vinculaciones de la industria automotriz



Fuente: Elaboración propia.

Se fabrican vehículos que consumen gas natural, diésel y gasolina, e incluso biocombustibles en distinta proporción, contribuyendo a las menores emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI). También se ensamblan eléctricos híbridos, eléctricos híbridos enchufables, eléctricos híbridos suaves y eléctricos de pila de combustible. Estos últimos emplean hidrógeno, pero su introducción en el mercado es incipiente por el elevado costo de todo el sistema requerido para su operación.

El desarrollo de la IA ha sido soportado por importantes montos de inversión en infraestructura de ensamble, transporte, almacenamiento y distribución (incluyendo el mercado de reventa). La tendencia hacia la concentración de fabricantes y su necesidad de internacionalización permitieron economías a escala, la especialización regional y el acceso a una diversa gama de autos y camiones. Apuntalaron acciones como la innovación de

productos financieros, avances en los sistemas automatizados y de comunicación, así como el desarrollo de la formación profesional en la industria.

Se gestaron marcos legales adaptables a las condiciones de evolución en la IA, por ejemplo, en materia de tránsito o ambiental. El intercambio comercial global de autos y autopartes ha impulsado un arreglo operativo en donde ciertas naciones desarrollaron capacidades. Se amplió la disponibilidad a nuevos modelos de autos. Se consolidaron sistemas regionales y/o locales enfocados al desarrollo de la innovación e impulsaron procesos y segmentos basados en el uso intensivo de la mano de obra y en la menor posibilidad de escalamiento industrial (Basurto, 2013).

La introducción de nuevos participantes y tecnologías, el aumento en la capacidad adquisitiva de la población y el entorno económico enfrentado han sido los principales factores del cambio en la estructura del mercado de la IA global. Hacia 1990 se contaba con 37 compañías ensambladoras, de las cuales General Motors, Ford, Toyota, Chrysler y Volkswagen controlaban el 50% de la producción mundial. En 2022 se incorporó Hyundai y Renault-Nissan al *top 10* de las cinco más importantes, pero contribuyeron apenas con el 37.6% del total global producido. Asimismo, aparecieron más compañías algunas de AE y otras se fusionaron, llegando a un total de 47 a nivel global, las cuales están soportadas por grupos de interés relevantes (tabla 1).

A través de los años se han logrado avances tecnológicos que han originado una mayor competitividad de los AC. Más distancia recorrida por litro de combustible consumido, mayor comodidad y seguridad. Para reducir sus emisiones se emplean convertidores catalíticos con metales preciosos, juntas y mangueras más ajustadas, computadoras para medir con precisión el combustible utilizado y el aire que ingresan al motor, así como mejoras en tanques de gasolina y unidades con materiales más ligeros.

En suma, la IA es una actividad compleja que involucra múltiples actividades e intereses, en las cuales las NED tienen una participación relevante, pues además de ser consumidoras, han logrado crear infraestructura y conocimiento técnico para operarla.

Tabla 1. *Empresas automotrices a nivel global y sus principales asociaciones*

<i>Empresa automotriz</i>	<i>Empresas subsidiarias relevantes</i>	<i>Accionistas principales</i>
Volkswagen AG (VWAGY)	Porsche, Lamborghini, Bentley, ŠKODA, SEAT, Audi, Volkswagen Passenger Cars	Porsche SE, Accionistas institucionales, Gobierno de Baja Sajonia
Toyota Motor Corp. (TM)	Daihatsu, Lexus, Toyota Tsusho Corporation, Toyota Motor Manufacturing, Toyota Motor Europe, Toyota Motor North America	Toyota Group Companies, Japan Trustee Services Bank, Nippon Life Insurance Company, The Master Trust Bank of Japan, The Bank of Tokyo-Mitsubishi UFJ
Ford Motor Co. (F)	Ford Motor Co of Canada, Ford Europe, Ford Motor Credit Company, Ford Motor Land Development Co, Ford Motor Coy Australia, Ford Otosan	Accionistas institucionales, Familia Ford
Stellantis (STLA)	Opel/Vauxhall, Citroën, Peugeot, Maserati, Alfa Romeo, RAM, Dodge, Jeep, Chrysler, Fiat	Exor N.V., Peugeot Family, Bpifrance, Dongfeng Motor Co., Chinese Government Entities
Mercedes Benz AG (MBGYY)	Mercedes-Benz Cars, Mercedes-AMG GmbH, Mercedes-Maybach, Mercedes-Benz Vans, Daimler Trucks, Smart	Kuwait Investment Authority, BlackRock, Norges Bank Inv. Management, Gov of Singapore Inv. Co., Renault-Nissan-Mitsubishi Alliance.
General Motors (GM)	Chevrolet, GMC, Cadillac, Buick, Holden, Baojun, Wuling.	Vanguard Group, BlackRock, State Street Corporation, Berkshire Hathaway, FMR LLC (Fidelity), Vanguard Group, Inc.
Honda Motor Co. Ltd. (HMC)	Honda RyD Co., Ltd., Honda de México, SA. de CV., Honda Canada Inc., Honda Thailand Manufacturing Co., Ltd., Honda of America Manufacturing, Inc., Honda Motorcycle y Scooter India Pvt. Ltd.	Sumitomo Mitsui Banking Corporation, The Bank of Tokyo-Mitsubishi UFJ, Ltd., Japan Trustee Services Bank, Ltd., The Master Trust Bank of Japan, Honda family
Motores Tesla (TSLA)	Tesla Energy, SolarCity, Tesla Grohmann Automation, Maxwell Technologies	Public Investors, Mutual Funds, Institutional Investors, Elon Musk
Nissan Motors (NSANY)	Nissan North America, Nissan Motor Manufacturing de México, Nissan Motor Thailand Co., Ltd., Nissan Motor Manufacturing (UK) Limited, Nissan Motor India Private Limited, Nissan Europe	Renault, The Government of Japan, y otros accionistas institucionales
BYD Co. Ltd. (BYDDY)	BYD Auto Co., Ltd., BYD Semiconductor Co., Ltd., BYD Energy Solutions Co., Ltd., BYD Electronic (International) Company Limited, BYD Precision Manufacture Company Limited, BYD Brazil	BYD Management Team, Berkshire Hathaway, Fonds Stratégique d'Investissement (FSI)

Fuente: Elaboración propia con información de las empresas.

## La contaminación y los vehículos eléctricos (VE)

El crecimiento industrial postguerra aceleró la ampliación de las zonas urbanas y el mejor nivel de vida en varias naciones. Ello aceleró el consumo y producción de bienes y servicios. El sector transporte se dinamizó, originando el aumento del parque vehicular, particularmente el de los automóviles. Los derivados de los hidrocarburos fueron los combustibles de su operación, pero su combustión conllevó, entre otras cosas, a la contaminación del aire, que derivó en afectaciones a actividades productivas y problemas de salud en la población. Con ello se gestaron obstáculos a la libre movilidad de personas y mercancías ante las políticas de restricción vehicular. Grandes zonas urbanas fueron las más afectadas, entre las que destacaron las de París, Tokio, Nueva York y la Ciudad de México.

Ello detonó acciones globales, nacionales y grupales en distintos foros e iniciativas desde principios de los años 70, los cuales conforman visiones no uniformes, debido a la diversidad de intereses involucrados. Destacan, las relativas a la reducción en la emisión de gases efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el ozono ( $\text{O}_3$ ). Particular preocupación ha sido las emisiones de  $\text{CO}_2$ , originado en parte en el sector transporte y uno de temas de creciente atención global. Sus emisiones se multiplicaron por 2.4 entre 1970 y 2022 alcanzando un total de 34.3 miles de millones de toneladas. Durante este último año, las principales naciones emisoras de  $\text{CO}_2$  fueron China (31%), Estados Unidos (14%), Europa (11%), India (8%) y Rusia (4%) (BP, 2023).

Una de las iniciativas globales de relevancia fue la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que en 1997 impulsó el Protocolo de Kyoto a fin de que un grupo de naciones acordaran compromisos de reducción de los GEI. Con el paso de tiempo se promovieron otros foros como el acuerdo climático de París, enfocado a limitar el aumento de la temperatura global y al logro de los objetivos del desarrollo sustentable de Naciones Unidas. Los más ligados a la IA y al sector energético fueron los relativos al acceso a energía asequible y limpia, así como alentar las ciudades sostenibles, el consumo y la producción responsables.

El impulso a la utilización de los VE no genera contaminación acústica, pues, a diferencia de los autos convencionales, no cuenta con correas de

distribución de circuitos de aceite, refrigeración y de frenado. No obstante, se ha cuestionado que pueden representar un peligro para los peatones y la seguridad vial, debido a sus motores silenciosos.

Durante 2022 se fortaleció el grupo que integra el memorando de entendimiento global sobre vehículos medianos y pesados de cero emisiones llegó a 28 signatarios, de los cuales sólo una cuarta parte son NED. Este mecanismo no crea ningún derecho u obligación legalmente vinculante entre los participantes. Su meta hacia 2040 es la venta de camiones y autobuses nuevos 100% de cero emisiones con una provisional de 30% de cero emisiones hacia 2030. Únicamente Saint Maarten, Aruba, Curazao, Chile y Uruguay firmaron ese memorando en América Latina (MOU, 2022).

Otra iniciativa es el foro mundial denominado *Clean Energy Ministerial* (CEM) constituido por 29 miembros (incluido México), 22 participantes y un conjunto de instituciones de investigación, universidades y organismos internacionales, como la International Energy Agency (IEA), la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), National Renewable Laboratory, la International Renewable Energy Agency (IRENA), entre otros. Está enfocado a compartir lecciones aprendidas y las mejores prácticas en materia de tecnología de energía limpia. Existe un apartado para compartir conocimientos sobre los impulsores del despliegue de los vehículos eléctricos, mejorar la visibilidad de los esfuerzos de políticas nacionales en publicaciones, acelerar el desarrollo de capacidades y el intercambio de conocimientos y experiencias, entre otros (Clean Energy Ministerial, 2023)

Tabla 2. Comparación de emisiones para combustibles

<i>Tipo de vehículo</i>	<i>Emisiones de CO2 respecto a gasolina (%)</i>	<i>Emisiones de NOx respecto a gasolina (%)</i>
Gasolina	100%	100%
Diésel	85%	377%
Vehículo eléctrico	0%	0%
GLP automático	66%	3%
Vehículo GNC	85%	5%
Biodiesel	31%	184%
Pila de combustible H2	Depende de la fuente	Insignificante

Fuente: Elaborado con datos de la (EPA, 2023).

Los AE tienen una huella de carbono menor que los VC de gasolina y diésel (tabla 2). Los costos de contaminación asociados con la gasolina y el diésel cuestan alrededor de USD 3.80 y USD 4.8 adicionales por galón en cada caso (Guardian UK, 2015). No obstante, en el caso de que la electricidad utilizada provenga de combustibles fósiles o que generen contaminación, dichos costos ambientales se elevan.

Los esfuerzos por alcanzar los acuerdos en materia medioambiental a nivel global enfrentan retos coyunturales. Un ejemplo reciente fue la invasión de Rusia a Ucrania, que ha obligado a Europa a reducir su dependencia de los hidrocarburos, lo que contrasta con la posición de Estados Unidos, quien impulsa su industria petrolera y abastece el déficit de abasto ruso.

### **La industria global de los vehículos eléctricos (VE)**

Un VE es aquel que utiliza uno o más motores eléctricos capaces de impulsarlo, principalmente mediante baterías. Comprenden AE, autobuses de pasajero y camiones de carga de distintos tamaños. Los AE cuentan con alrededor de un 60% menos piezas que un coche convencional. Sus componentes más relevantes son su chasis, cargador, batería, convertidor, inversores, motor eléctrico, arneses y los componentes electrónicos, así como la infraestructura que permite su recarga.

Uno de los principales retos para masificar el uso de los VE es el elevado costo de las baterías, que almacenan energía para alimentar al motor. Dicho costo depende de los elementos utilizados para la reacción química dentro de cada celda y la electrónica que controla los procesos de carga y descarga. (Cepeda *et al.* 2022). Pueden ensamblarse con distintos materiales, algunos de los cuales son escasos y costosos en su explotación. Los principales tipos de baterías son: Plomo-ácido (Pb-ácido), Níquel-cadmio (NiCd), Níquel-hidruro metálico (NiMh), Ion-litio (LiCoO<sub>2</sub>). Ion-litio con cátodo de LiFePO<sub>4</sub> y Polímero de litio (LiPo).

El uso de los VE demanda el impulso de la minería (litio, cobalto, cobre, hierro y aluminio, entre otros). Dos elementos se destacan como principales retos. Uno es escases de algunos minerales y su impacto en sus costos de producción. La batería más accesible y común utiliza el litio, cuya alza en la

demanda originó que el precio del carbonato de litio pasará de USD 3,870 en 2011 a alrededor de USD 50 000 a finales del 2022. El otro reto es el aumento en el consumo de energía por el conjunto de actividades ligadas a la explotación, transporte y comercialización de los minerales utilizados como insumo de las baterías. Ello tendrá un impacto negativo en el medio ambiente, no sólo en materia de emisiones de GEI, sino por las afectaciones a la naturaleza. Volvo determinó que fabricar un AE considerando todo el ciclo de vida implicó 70% más emisiones que el mismo tipo de VC (Motorpasión, 2023).

A lo anterior, se añaden los problemas sociales asociados con otros minerales utilizados para ensamblar baterías para los autos. Entre los más relevantes está el cobalto, cobre y litio. El cobalto por las afectaciones en la población por sus técnicas de obtención -Congo África- (ICTA-UAB, 2023), el cobre por las arbitrariedades de algunas empresas, por ejemplo, el caso chileno (Poveda, 2019), y en el de litio por los problemas políticos en Bolivia ante su potencial de reservas.

Las baterías tienen un periodo finito de utilidad. Depende de su frecuencia de uso y puede ser de alrededor de 10 años. Es el mayor componente del costo del AE y la principal restricción actual para incentivar su uso (vs. AC). El reciclaje de baterías es una posibilidad para acceder a algunos metales. Por ejemplo, se han explorado tres rutas principales para recuperar: piro, hidro y biohidrometalurgia (Zheng, *et al.* 2018).

Los VE demandan de conocimientos en reparación, conservación y mantenimiento, en particular para los frenos regenerativos, regeneración de la batería o cambio, revisión de fluidos, la operatividad de los sistemas automatizados, así como la reconversión de AC a AE.

La incorporación en el mercado de los AE inició con los autos que combinan un motor de combustión interna con un eléctrico para impulsarlos híbridos. Su eficiencia, confiabilidad, la creciente conciencia ambiental y la instrumentación de incentivos gubernamentales han sido los principales factores para ampliar su uso. No obstante, enfrentan retos que han limitado un mayor despegue como su alto costo inicial, el reemplazo de las baterías, el desconocimiento sobre sus beneficios medioambientales y la incertidumbre de probar nuevas tecnologías por parte de los consumidores. En 2021, el mercado global de vehículos híbridos se valoró en 324 920 millones USD,

siendo la región de Asia Pacífico el de mayor dinamismo, en particular Japón, Corea del Sur y China (Mordorintelligence, 2023).

Toyota fue la pionera en esa tecnología con la introducción del Prius en 1997. Le siguieron Honda, Kia, Hyundai, Nissan y Volkswagen. Sus planes han sido impactados con la llegada de los VE. Hay compañías como General Motors, que solo apuestan por los autos eléctricos (tabla 3).

Por su parte, el mercado de automóviles eléctricos está experimentando un crecimiento dinámico. Sus ventas superaron los 10 millones de unidades en 2022. Representaron el 14% de todos los automóviles nuevos vendidos, frente al 9% en 2021 y menos del 5% en 2020. Tres mercados dominaron las ventas globales. China con alrededor del 60% de las ventas, de los cuales 78% fueron eléctricos a batería y 12% híbridos enchufables. En Europa más del 20% de coches vendidos fue eléctrico (vs. el 1.1% 2015). Las ventas de AE en Estados Unidos, el tercer mercado más grande, aumentaron un 55% en 2022, alcanzando una participación de ventas del 8%. Hacia finales de 2023, los automóviles eléctricos podrían representar el 18% de las ventas globales totales (AIE, 2023). No obstante, el parque vehicular de AE sólo representa un poco más del 1% del parque vehicular total global.

Tabla 3. Consideraciones sobre las empresas automotrices y su relación con los VE

<i>Compañía</i>	<i>Modelos representativos</i>	<i>Perfil prioritario de inversiones</i>
Tesla	Model 3 restyling; Model X Plaid; Model S Plaid; Roadster 2023; Cybertruck	Destaca en tecnología de baterías, producción automatizada, red de carga y materiales.
General Motors	Chevrolet Bolt EV; Cadillac Lyriq; GMC Hummer EV; Chevrolet Blazer EV; Equinox EV; Cadillac LYRIQ	Ha destinado a la creación y expansión de su línea de productos eléctricos y la creación de su propia red de carga rápida.
Ford	Mustang; Mach-E F-150® Lightning	Estableció asociaciones con empresas como Rivian y VW, en ve autónomos.
Volkswagen (VW)	Volkswagen ID.4 ID. Buzz	Invertirá en la transición hacia el ve y el conectado, en infraestructura de carga y baterías de estado sólido.
BMW	BMW iX3; BMW i4. BMW iNEXT	Planea invertir hasta 30 mil millones de euros en tecnología de ve hasta 2025. En baterías de próxima generación y la expansión de la capacidad de producción.
Mercedes-Benz	AMG EQE; EQB 250+; EQB 300; EQE 350+ EQE 500	Mantiene alianzas estratégicas para desarrollar una red de carga ultrarrápida.

Nissan	Nissan Leaf Nissan ARIYA	Está invirtiendo en la expansión de producción de baterías y en la construcción de nuevas fábricas.
Toyota	bZ4X Prius Prime RAV4 Prime	Desarrolla la tecnología de celdas de combustible de hidrógeno.
Hyundai	Ioniq 5, 6 y 7 Kona Electric	Desde 2021 cuenta con su ve. Mantiene alianzas con empresas de tecnología y trabajado el tema de movilidad y baterías.
Kia	EV6	Junto con Hyundai invirtió en una empresa de carga en Europa.
Volvo	C40 XC40	Anunció su intención de ser 100% eléctrica para el año 2030 y realizar alianzas para fabricación de baterías y conducción autónoma (Waymo)

Fuente: Elaboración propia con datos de las empresas de AE.

En aras de alentar el uso de los VE, algunos gobiernos han instrumentado subsidios o excepciones de pago, su depreciación acelerada, la aplicación de impuestos al carbono, así como iniciativas para que las autoridades limiten el uso de los VC, como imponer impuestos a su uso o restricciones para no circular en ciertas áreas poblacionales o en días específicos —por condiciones de contingencia ambiental—. Otras medidas buscan alentar el uso de bicicletas, del transporte público o de mejores carreteras o caminos para reemplazar el uso de los VC. En otros casos se exploran nuevos modelos de negocio, por ejemplo, el uso del automóvil como un servicio, como renta o arrendamiento financiero.

Los principales factores que han impulsado la adquisición de los AE han sido la reducción de los costos de fabricación, la incipiente creación de infraestructura para su uso y operación, la necesidad de alentar acciones para neutralizar las emisiones pero GEI, particularmente, los subsidios gubernamentales aplicados. Algunas naciones como China y el Reino Unido están reduciendo tales subsidios en función de la diferencia entre el precio de compra de los coches eléctricos y los convencionales, aprovechando la tendencia a reducción del costo de los VE.

En general, la estrategia corporativa de incursión de los principales fabricantes de VE es variada y avanza a distinto ritmo, lo que denota prioridades de impulso. Las más dinámicas son las compañías chinas, pero resal-

tan otras como Tesla Inc., General Motors, Rivian Automotive Inc. y Lucid Group Inc. Otras están más arraigadas al mercado de los AC y avanzan a menor ritmo, entre las que resaltan BMW, Ford y Mercedes. Unas se enfocan a ensamblar automóviles más baratos o a la construcción y adaptación de plantas, la fabricación de baterías y el abasto de minerales críticos. En este último caso, no sólo las armadoras de autos participan, sino que existen otras que han logrado notable presencia en el mercado global. No sólo el mercado de consumidores alienta a las armadoras a ensamblar AE, sino que también existen modelos de negocio con enfoque a la demanda de flotas eléctricas por ejemplo, para Uber.

Otro reto para masificar el uso de los AE es el acceso a la infraestructura de carga, aun a pesar de la relevancia de algunas empresas promotoras (tabla 4). Puede ser un estacionamiento, una electrolinera o un punto de recarga público. Su disponibilidad está sujeto no sólo a espacios, sino a otras condiciones tales como al tiempo de recarga, tiempos de espera o encarecimiento de los cobros por la ubicación de los centros de recarga. Pueden ubicarse en las estaciones de servicio de gasolina y diésel, pero se requieren adecuaciones. En edificios de departamentos es inevitable crear espacios para colocar la infraestructura de recarga. Pero su adaptación implica adicionales costos en áreas comunes, complicaciones en los espacios —no siempre disponibles—, así como potenciales conflictos entre los residentes.

### **Retos para las naciones en desarrollo (NED) para la adopción de los VE**

En la velocidad de incorporación de los VE a su parque vehicular, las NED tienen desventajas derivadas de un conjunto de factores estructurales acumulados. Su tasa de incorporación de autos nuevos es reducida y, por ende el proceso de reemplazo del parque vehicular lento. Pocas naciones reportan avances, resalta China que, paradójicamente se está convirtiendo en el mayor refinador global y también quien mayor apuesta realiza en los VE. Ha construido una industria integrada con oferta creciente, impulso a la infraestructura de carga y un marco legal en construcción.

Tabla 4. *Principales empresas globales de recarga de AE*

<i>Empresa</i>	<i>Nacionalidad</i>	<i>Perfil de inversiones</i>
Compleo Charging Solutions	Alemania	Promueve la capacitación técnica de la actividad.
BP Pulse	Reino Unido	Ofrece instalaciones domésticas y puntos de carga públicos.
ADS-TEC Energy	Irlanda	Ofrece soluciones de red inteligente y una plataforma basada en almacenamiento.
Blink Charging	USA	Es un operador líder de servicios de carga.
Tecnología NaaS	China	Con opciones disponibles tanto en línea como fuera de línea.
Allego	Holanda	Está acelerando la disponibilidad de soluciones de carga pública.
Wallbox	Holanda-España	Tiene un diseño minimalista que permite soluciones avanzadas.
EVgo	USA	Carga rápida de última generación y proveedor de operadores de flotas.
ChargePoint	USA	Se enfoca a buen servicio al público a través de su amplia red.
Tesla	USA	Cuenta con una red integral de carga pública para la industria y para los automovilistas

Fuente: Evmegazine (2023).

En algunos países, parque vehicular se nutre de automotores usados, importados de naciones desarrolladas, los cuales son cotizados a menor precio, ineficientes en su consumo de combustible y fuente de emisiones de CO<sub>2</sub>. En ocasiones, no es legal ni contralado.

Otro obstáculo para masificar el uso de los AE en las NED es que las baterías son costosas. Su producción está concentrada en China, al igual que su capacidad de procesamiento y refinación de algunos de sus insumos como el litio, cobalto y grafito. Ello puede representar un riesgo por la dependencia de abasto a una sola nación. Es relevante constituir una mayor capacidad global y/o nacional de producción de baterías en las NED, así como la necesaria para su tratamiento o recuperación después de finalizar su vida útil.

La oferta de AE en ese grupo de naciones es generalmente limitada a determinadas marcas y modelos, además de cotizarse a precios por encima de los AC, situación que limita su consumo, aún a pesar de la existencia de los incentivos.

Existen compañías que mantienen negocios con la IA, las cuales operan en las NED y representan obstáculos para la introducción de los VE. Su po-

tencial desplazamiento implicaría afectaciones económicas, sociales y políticas. Tal es el caso de contar con compañías petroleras con presencia en toda o parte de la cadena de valor y/o con posesión de reservas de hidrocarburos, que son contribuyentes relevantes al erario. Ejemplo de ello son algunos de los miembros de la Organización de Países Productores de Petróleo: Arabia, Kuwait, Irán, entre otros.

Si poseen refinerías en los NED, les obligaría a instrumentar planes para adaptar su producción a la demanda de sus mercados, lo cual requerirá reconvertir sus procesos hacia la producción de otros derivados, buscar mercados alternos o bien parar operaciones.

De igual manera, pueden generarse afectaciones cuando existen empresas nacionales ensambladoras o de autopartes, susceptibles de ser desplazadas o que pierdan capacidad de suministro ante menores volúmenes de demanda.

A fin de preservar el uso de los AC, existen esfuerzos de compañías, por ejemplo, Chevron y Exxon que tratan de producir gasolinas más limpias a niveles comparables con los AE en términos de sus bajas emisiones (Energynews, 2023). Otra situación similar ocurre con la elaboración de diésel más limpio (Chevron, 2023). Sin embargo, tales medidas en general no son del todo aplicables en las NED, pues la configuración de los motores corresponde a una parte de autos con antigüedad superior a más de quince años. Además, la población busca adquirir combustibles baratos, aunque de mala calidad, dada su baja capacidad adquisitiva y porque en ocasiones no se cuenta con un marco normativo o políticas públicas que alienten el consumo de gasolina y diésel de mejor calidad.

Los costos en la generación de electricidad pueden ser un factor limitante del impulso al crecimiento en el uso de los VE en los países en desarrollo, pero su impacto está asociado a la política de sus precios al consumo. En mercados de libre competencia, los retos serán mayúsculos debido a que los precios de la electricidad deberán ser comparados con los de sus competidores (diésel y gasolina). También influirá la velocidad en el crecimiento del consumo de la electricidad, la capacidad para crear la infraestructura de generación, transporte y el perfil de la fuente de energía disponible. Esto implica el contar con una estructura de mercado, por el lado de la oferta, que se acople en tiempo y forma al crecimiento en la demanda

de electricidad. Un abasto suficiente de electricidad conlleva periodos largos de construcción de infraestructura, su financiamiento, trámites de derechos de vía y estudios ambientales, entre otros. De hecho, en algunas naciones aún es insuficiente tal suministro, lo que afecta a casi 733 millones de habitantes (Banco Mundial, 2023).

En el caso de contar con infraestructura de ensamble de VE (como en México y Colombia), son convenientes las medidas de aliento para el retiro de esos activos o bien su reconversión hacia la producción de AE, así como una reestructuración en sus canales de venta y distribución, tanto interna como con el exterior.

La vulnerabilidad en la situación de las finanzas públicas en varias NED es un tema complejo, que se combina con la existencia de amplias demandas sociales, y limita el impulso al uso de los VE o de su infraestructura, especialmente en gobiernos con presiones financieras.

En general, los AE consumidos por las NED tendrían su origen en el extranjero. En caso de que los ensamble los modelos ofertados en el mercado interno serían limitados. Las políticas comerciales de cada nación y su relación con sus industrias automotrices serían factores en la definición del abaratamiento de los AE (vs. AC).

La instalación de electrolineras es uno de los principales obstáculos para que las NED adopten el uso de los AE, especialmente por el volumen de unidades de carga y su ubicación.

Al ser una tecnología de reciente incorporación, las NED no cuentan con una base técnica de conocimiento y desarrollo para el mantenimiento del parque vehicular eléctrico.

Adicionalmente, existe un conjunto de factores que influirán en contra de la adopción de los VE en ese grupo de naciones. Entre los más relevantes se encuentran el que su población generalmente tiene un ingreso per cápita bajo; existe insuficiente capacidad de ahorro interno para el financiar la adquisición masiva de los AE y en algunos casos se enfrentan limitaciones en los esquemas de financiamiento para adquirir autos; las prioridades de la política pública hacia la atención social no siempre contempla temas sobre energía, dadas las necesidades en salud, educación y pobreza; se enfrentan obstáculos derivados de las prácticas de corrupción y políticas de grupos de interés que afecten la posibilidad de uso del AE; la decisión de

optar por el consumo de electricidad para los AE seguirá contrastándose con el nivel de los precios de las gasolinas y el diésel; sus avances en investigación y desarrollo (ID) son limitados, salvo algunas excepciones, y se centran más en la compra y asimilación tecnológica y, por lo general, no cuentan con compañías automotoras ensambladoras y de autopartes.

Para la masificación en el uso de los VE en las NED, los retos son superiores a los que enfrentan las más desarrolladas, sobre todo bajo la premisa de propiciar una transición ordenada. A pesar de ello se han promovido algunas iniciativas, pero con éxitos limitados.

Tabla 4. *Resumen de avances en VE en algunas naciones en desarrollo*

<i>País/Avances y Programas de impulso de AE</i>
<i>Qatar.</i> Construyó la mayor estación de servicio de VE para atender 500 unidades y construir 30,000 para 2027. Cuenta con una marca y estímulos para su uso e incentivar la ID.
<i>Arabia Saudita.</i> Ha anunciado su propia marca y producir 150,000 en 2026. Realiza acciones para hacerse con una provisión fuerte de materiales para AE y contará con una mina australiana que producirá en 2030.
<i>Emiratos Árabes Unidos.</i> Firmó acuerdos de cooperación con fabricantes y la Universidad Americana de Sharjah, para estimular la producción.
<i>Israel.</i> Las ventas de AE llegaron a representar el 5.2% del total de autos nuevos en 2022. El gobierno cedió medio millón de espacios de estacionamiento, para convertirlos en estaciones de recarga, en paralelo con los estímulos a su uso.
<i>Jordania.</i> Ha incursionado de manera incipiente en el mercado de autos eléctricos a través de la compañía BYD de origen china, pero su uso es incipiente y selectivo
<i>Tailandia.</i> Es productor y exportador de AE. Pretende hacer la transición del 30% de su producción AE para 2030. Es líder en ventas de VE de batería en la región Sudeste asiático. Cuenta con exención a su importación, consumo y constitución de infraestructura.
<i>Taiwán.</i> Busca alcanzar un millón de VE en circulación para 2025, y para ello ofrece incentivos fiscales, subsidios y apoyo a la infraestructura de carga. Tiene su empresa nacional ensambladora Foxtron.
<i>Corea del sur.</i> Planea reducir su precio para 2025, cuenta con exenciones de impuestos en su adquisición, descuentos en peaje, estacionamiento, de aumentar la infraestructura de carga y el apoyo a la industria automotriz. Liderar en tecnología de baterías y de hidrógeno.
<i>Indonesia.</i> El gobierno ha reducido el IVA sobre los vehículos eléctricos del 11% al 1%. Incipiente instalación de puntos de carga. Ofrece incentivos para establecer la fabricación en el mercado de automóviles más grandes del sudeste asiático.
<i>Nueva Zelanda.</i> Ha implementado incentivos financieros su consumo, como exenciones de impuestos y aranceles, descuentos en las tarifas de registro y un subsidio para la compra, expansión de infraestructura. Cuenta con planes para que el gobierno electrifique su flota.
<i>Sudáfrica.</i> Se plantearon iniciativas en 2021 para alentar la transición energética, pero los avances han sido limitados, particularmente por falta de apoyo gubernamental y su favorable capacidad de ensamble de autos convencionales. Se han planteado estímulos a su uso, a la creación de infraestructura, concientización pública y a la ID.

*Argentina.* Cuenta con incentivos para compra de AE y una ley para el fomento a su producción local y de baterías de litio. Su uso es incipiente, por sus precios elevados, carencia de infraestructura y confianza en su uso.

*Brasil.* Posee un plan para impulsar la movilidad eléctrica, el que contiene incentivos para su compra. Cuenta con mil puntos de recarga en todo el territorio y en general los precios de los ae son elevados (vs. AC). El gobierno ha aprobado incentivos fiscales.

*Colombia.* Ha instrumentado incentivos tributarios y no tributarios para el consumo de AE, así como de electrolinerías. Su mercado de AE es aún muy incipiente.

*Costa Rica.* Cuenta con exenciones fiscales para compra VE hasta el 2035, incluido IVA, por importación y otros. Cuenta con una red de carga en todo el país y una Ley para el transporte verde. Sin embargo, sus avances en electrificar su parque vehicular son limitado.

*Chile.* Ofrece incentivos financieros para promover la adquisición de VE, incluyendo la exención del Impuesto al Valor Agregado para la compra, reducción de aranceles a su importación, El gobierno invierte en infraestructura de carga.

*Perú.* El gobierno de Perú ha emitido un decreto supremo que genera incentivos para la adquisición de vehículos eléctricos, así como la construcción de la infraestructura adecuada para su funcionamiento y capacitación de especialistas para su reparación.

---

Fuente: Elaboración propia con base en información en la web.

## Reflexiones finales

La masificación del uso de los AE a nivel global involucra intereses divergentes de los agentes económicos. Entre los más relevantes están los de la industria petrolera, la automotriz —ensambladoras y compañías de autopartes—, la preservación del medio ambiente y de la naturaleza, así como las consideraciones sociales y políticas y, particularmente, económicas. En las NED, este proceso se vislumbra complejo y estará en función de las condiciones estructurales en cada nación, por lo que se prevé un tiempo más largo que las que llevan la vanguardia, principalmente de Europa (Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Francia y Noruega, entre otros) o de China.

La adopción de los VE en las NED demanda procesos de transición planeados por los rezagos acumulados en su estructura productiva, las limitaciones en la capacidad adquisitiva de la población y limitado involucramiento de sus gobiernos. Sólo podría acelerarse con políticas públicas planeadas a mediano y largo plazo, pero ponderando su relevancia contra la atención de otras demandas sociales e incorporando las posiciones de grupos de interés, especialmente de las empresas ligadas con el ramo y los consumidores.

Es pertinente que esas naciones construyan un marco institucional propicio para la incorporación paulatina de los AE y su óptima operación, así como atendiendo temas sensibles como los ligados al uso de la información, por ejemplo, en los sistemas autónomos o en los autos equipados con servicios conectados a la red; se apoye la creación de infraestructura para su conexión, garantizar el abasto eléctrico demandado y propiciar el desarrollo de sistemas de medición inteligente; instaurar las condiciones de negociación entre los distintos grupos de interés a fin de propiciar una transición ordenada; avanzar en distintas vertientes para migrar al uso de los VE y, en su caso, alineándose al logro de los objetivos del desarrollo sustentable que se fijaron como meta en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático; impulsar políticas públicas que alienten las capacidades técnicas para la conservación, reparación y mantenimiento de los AE, lo que demanda un proceso de maduración para la transferencia y asimilación: promover programas de concientización para el uso de los AE; incentivar la Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) y el fomento de cuadros técnicos profesionales.

En etapas subsecuentes, se pueden crear programas de incentivo para el uso de los AE que ilustren sus ventajas respecto a los VC; ofrecer facilidades de financiamiento para la adquisición de los AE a costos inferiores a los de los AC; gravar el uso de los VC para desincentivar su uso y establecer condiciones para atraer inversiones para instalar plantas de ensamble y/o los componentes. En el caso de naciones con recursos minerales utilizados en el ensamble de los AE, pueden instrumentarse políticas de integración productiva con la minería.

## Bibliografía

- Abotalebi, Scott, y Ferguson. (2019). Can Canadian households benefit economically from purchasing battery electric vehicles? *Transportation Research Part D*, 77, 292-302. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.10.014>
- Agencia Internacional de Energía (AIE). (2023). Oil Market Report. París: AIE.
- Azone. (24 de noviembre de 2022). The Current State of the Global Automotive Manufacturing Market. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=22236>

- Banco Mundial. (30 de junio de 2023). <https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>
- BANCOMEXT-NAFIN. (2022). Ficha Automotriz. CdMex.
- Basurto. (2013). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México. *EconomíaUnam*, 75-92. doi:10.1016/S1665-952X (13)72204-7
- BP. (2023). *bp Energy Outlook 2050: January 2023*. London: BP.
- BP. (2023). *Statistical Review of World Energy*. London: BP.
- Browne. (2012). How should barriers to alternative fuels and vehicles be classified and potential policies to promote innovative technologies be evaluated? *Journal of Cleaner Production*, 35, 140-151. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.019>
- Cepeda, Stiven, Garzón, Guasumba, y Oramas. (2022). Descripción de las características de los diferentes tipos de baterías utilizadas en los vehículos eléctricos. *Polo del conocimiento*, 377 - 391.
- Chevron. (2023). [https://www.chevronwithtechron.com/es\\_us/home/renewable-diesel-blend/renewable-diesel-blend-faqs.html#](https://www.chevronwithtechron.com/es_us/home/renewable-diesel-blend/renewable-diesel-blend-faqs.html#)
- Clean Energy Ministerial. (2023). Clean Energy Ministerial. Obtenido de Electric Vehicles Initiative: <https://www.cleanenergyministerial.org/initiatives-campaigns/electric-vehicles-initiative/>
- Digalwar, y Rastogi. (2023). Assessments of social factors responsible for adoption of electric vehicles in India: a case study. *International Journal of Energy*, 17(2), 251-264. doi:10.1108/IJESM-06-2021-0009
- Energynews. (2023). Chevron y Exxon buscan gasolina más limpia. <https://energynews.pro/es/chevron-y-exxon-buscan-gasolina-mas-limpia/>
- Environmental Protection Agency (EPA). (2023). *Compilation of Air Quality Planning and Standards (Fifth ed.)*. Washington D. C., Estados Unidos: EPA.
- Evmegazine. (10 de mayo de 2023). Las 10 empresas de carga de vehículos eléctricos más exitosas. <https://evmagazine.com/top10/top-10-most-successful-ev-charging-businesses>
- Expansión. (2022). México no es el único país que está apostando por nuevas refinerías. <https://expansion.mx/empresas/2022/06/20/nuevas-refinerias-en-el-mundo#:~:text=En%20un%20reporte%20de%20febrero,en%202.8%25%20rumbo%20a%202025>
- Guardian UK. (19 de marzo de 2015). The Guardian. Obtenido de [http://27.34.244.198/NAAC\\_SSR\\_FINAL/Dhaarini/resources/7.pdf](http://27.34.244.198/NAAC_SSR_FINAL/Dhaarini/resources/7.pdf)
- Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales-Universidades de Barcelona. (01 de mayo de 2023). Atlas de Justicia Ambiental. Obtenido de <https://ejatlas.org/conflict/kolwezi-ecological-and-sanitary-disaster/?translate=es>
- Lebeau, Mierlo, V., Mairesse, y Macharis. (2012). The market potential for plug-in hybrid and battery electric vehicles in Flanders: a choice-based conjoint. 17, 592-597.
- Mordorintelligence. (11 de julio de 2023). <https://mordorintelligence.com/es/industry-reports/hybrid-vehicle-market>

- Motorpasión. (2 de junio de 2023). <https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/quien-emite-co2-coche-electrico-gasolina-este-estudio-volvo-quiere-zanjar-polemica-vez-todas>
- Memorandum of Understanding (MOU). (2022). Global Commercial Vehicle Drive to Zero. Obtenido de <https://globaldrivetozero.org/mou-nations/>
- Offshore Technology. (2022). Asia dominates global refinery projects outlook by 2026. Recuperado el 30 de 05 de 2023, de <https://www.offshore-technology.com/comment/global-refinery-projects/>
- Periódico La República*. (2023). Recuperado el 3 de 7 de 23, de <https://www.larepublica.co/economia/ecopetrol-anuncio-que-se-inicio-mantenimiento-en-la-refineria-de-barrancabermeja-3650312>
- Poveda. (2019). Estudio de caso sobre la gobernanza del cobre en Chile. Santiago de Chile: Cepal.
- SyP Global. (23 de 05 de 2023). Obtenido de [plattslive.com/news-and-insight/refined-products/110722-globalrefineries#\\_ga=2.57085987.829026646.1671446319-826465714.1659354599y\\_gac=1.237876932.1668504170.undefined](https://plattslive.com/news-and-insight/refined-products/110722-globalrefineries#_ga=2.57085987.829026646.1671446319-826465714.1659354599y_gac=1.237876932.1668504170.undefined)
- She, Sun, y Xie. (2017). What are the barriers to widespread adoption of battery electric vehicles? A survey of public perception in Tianjin, China. *Transport Policy*, 56, 29-40. doi: 10.1016/j.tranpol.2017.03.001.
- Yerguin. (2022). Bumps in the Energy Transition. *Finance y Development*, 9-13.
- Zheng, Shang, Shao, y Jian. (2018). A novel real-time scheduling strategy with near-linear complexity for integrating large-scale electric vehicles into smart grid. *Applied Energy*, 1-13.