



Organización
Internacional
del Trabajo

Promover
Promoviendo empleos cada vez + verdes

Estudio sobre el potencial para la creación de empleos verdes en un marco de transición justa en México

► Estudio de Sistemas de Mercado para el sector Electromovilidad en México

Informe 3



Fotografía: OIT, Abraham Carbajal Espinosa | Transportes del Sistema Metropolitano de Movilidad Amable y Sostenible.



Organización
Internacional
del Trabajo

Promover
Promoviendo empleos cada vez + verdes

Estudio de Sistemas de Mercado para el sector Electromovilidad en México

Copyright © Organización Internacional del Trabajo 2024

Primera edición 2024



Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. Para consultar una copia de la licencia, véase <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>. El usuario podrá reproducir, compartir (copiar y redistribuir), adaptar (mezclar, transformar y desarrollar el contenido de la obra original), conforme a los términos detallados en la licencia. El usuario deberá citar claramente a la OIT como fuente del material e indicar si se han introducido cambios en el contenido original. No está permitido reproducir el emblema, el nombre ni el logotipo de la OIT en traducciones, adaptaciones u otras obras derivadas.

Atribución de la titularidad - El usuario deberá indicar si se han introducido cambios y citar la obra como sigue: [OIT, Informe 3: Estudio de sistema de mercado para el sector Electromovilidad en México, México: Oficina de País de la OIT para México y Cuba, 2024, © OIT.]

Traducciones - En caso de que se traduzca la presente obra, deberá añadirse, además de la atribución de la titularidad, el siguiente descargo de responsabilidad: La presente publicación es una traducción de una obra protegida por derechos de autor de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Esta traducción no ha sido realizada, revisada ni aprobada por la OIT y no debe considerarse una traducción oficial de la OIT. La OIT declina toda responsabilidad en cuanto a su contenido o exactitud. La responsabilidad incumbe exclusivamente al autor o autores de la traducción.

Adaptaciones - En caso de que se adapte la presente obra, deberá añadirse, además de la atribución de la titularidad, el siguiente descargo de responsabilidad: La presente publicación es una adaptación de una obra protegida por derechos de autor de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Esta adaptación no ha sido realizada, revisada ni aprobada por la OIT y no debe considerarse una adaptación oficial de la OIT. La OIT declina toda responsabilidad en cuanto a su contenido o exactitud. La responsabilidad incumbe exclusivamente al autor o autores de la adaptación.

Materiales de terceros - Esta licencia Creative Commons no se aplica a los materiales incluidos en la presente publicación que, aunque no son de la OIT, están protegidos por derechos de autor. Si el material se atribuye a una tercera parte, el usuario que utilice dicho material será el único responsable de obtener las autorizaciones necesarias del titular de los derechos y de responder ante cualquier reclamación por vulneración de los derechos de autor.

Toda controversia derivada de la presente licencia que no pueda ser resuelta de manera amistosa será sometida a arbitraje de conformidad con el Reglamento de Arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI). Las partes quedarán vinculadas por el laudo arbitral resultante de dicho arbitraje, que resolverá con carácter definitivo dicha controversia.

Toda consulta sobre derechos y licencias deberá dirigirse a la Unidad de Publicaciones de la OIT (Derechos de autor y licencias), a rights@ilo.org. Puede obtenerse información sobre las publicaciones y los productos digitales de la OIT en: www.ilo.org/publns.

ISBN 9789220412510 (PDF web)

Transición justa / empleos verdes / diálogo social / tripartismo / igualdad de género y no discriminación / empleo juvenil / México.

Las denominaciones empleadas en las publicaciones y las bases de datos de la OIT, que están en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no implican juicio alguno por parte de la OIT sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Las opiniones y puntos de vista expresados en esta publicación incumben solamente a su autor o autores y no reflejan necesariamente las opiniones, puntos de vista o políticas de la OIT.

Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación alguna por la OIT, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Publicado en México

El estudio fue realizado para la OIT por la consultora Blindspot Business & Human Rights Consulting dirigida por Miguel Macías.

Este estudio fue supervisado por Rodrigo Mogrovejo, Especialista de Empresas Sostenibles, Transición Justa y Formación Profesional de la Oficina de la OIT para América Central, Haití, Panamá y República Dominicana; Noémie Feix, Oficial de Empleo, y Edith Zavala, Coordinadora del Proyecto “Promover: Promoviendo empleos cada vez + verdes”, ambas de la Oficina de País de la OIT para México y Cuba.

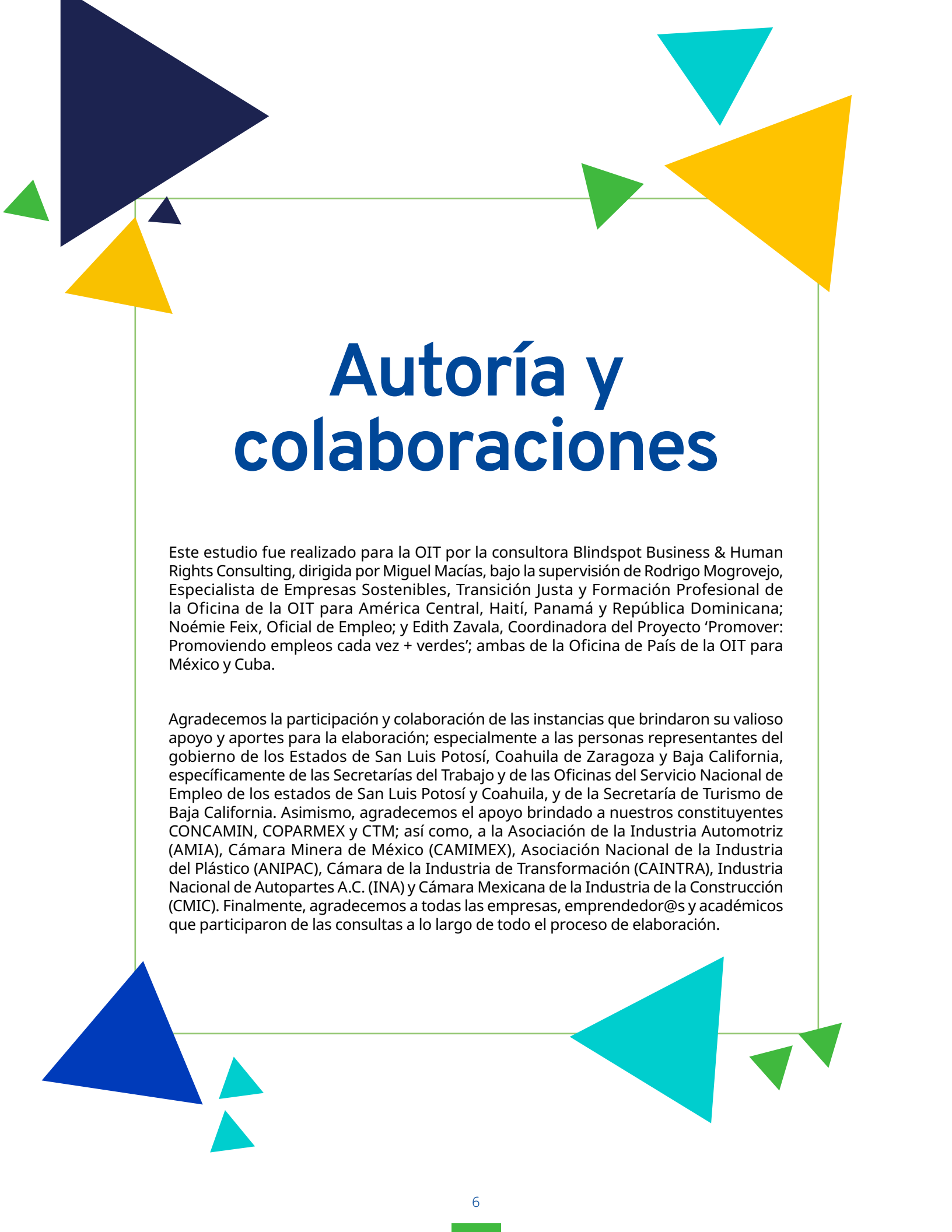
“Informe 3: Estudio de sistemas de mercado para el sector Electromovilidad en México”.

Oficina de País de la OIT para México y Cuba, Proyecto RBSA “Promover: Promoviendo empleos cada vez + verdes”, Coordinadora Nacional de Proyectos, Edith Zavala. Primera Edición, 2024.

Diseño editorial: Erika Nohemí Rivera Cortés.



Fotografía: Isaac Torres | Trolebús eléctrico Ciudad de México.



Autoría y colaboraciones

Este estudio fue realizado para la OIT por la consultora Blindspot Business & Human Rights Consulting, dirigida por Miguel Macías, bajo la supervisión de Rodrigo Mogrovejo, Especialista de Empresas Sostenibles, Transición Justa y Formación Profesional de la Oficina de la OIT para América Central, Haití, Panamá y República Dominicana; Noémie Feix, Oficial de Empleo; y Edith Zavala, Coordinadora del Proyecto 'Promover: Promoviendo empleos cada vez + verdes'; ambas de la Oficina de País de la OIT para México y Cuba.

Agradecemos la participación y colaboración de las instancias que brindaron su valioso apoyo y aportes para la elaboración; especialmente a las personas representantes del gobierno de los Estados de San Luis Potosí, Coahuila de Zaragoza y Baja California, específicamente de las Secretarías del Trabajo y de las Oficinas del Servicio Nacional de Empleo de los estados de San Luis Potosí y Coahuila, y de la Secretaría de Turismo de Baja California. Asimismo, agradecemos el apoyo brindado a nuestros constituyentes CONCAMIN, COPARMEX y CTM; así como, a la Asociación de la Industria Automotriz (AMIA), Cámara Minera de México (CAMIMEX), Asociación Nacional de la Industria del Plástico (ANIPAC), Cámara de la Industria de Transformación (CAINTRA), Industria Nacional de Autopartes A.C. (INA) y Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC). Finalmente, agradecemos a todas las empresas, emprendedor@s y académicos que participaron de las consultas a lo largo de todo el proceso de elaboración.

Prólogo

El cambio climático tiene repercusiones de gran alcance para el mundo del trabajo en términos de pérdida de empleos e ingresos, mayores riesgos para la seguridad y la salud, y disminución de la productividad. Su impacto es diferenciado en mujeres y en hombres, mientras que los grupos en situación de vulnerabilidad, exclusión o desventaja probablemente se vean más afectados. Si no se toman las medidas necesarias, sus efectos podrían exacerbar las desigualdades y los déficits de trabajo decente existentes, y convertirse en un nuevo factor que impulse la injusticia social y económica.

Con estas premisas, la OIT ha asumido un rol de liderazgo en México y el mundo para impulsar la acción climática desde el ámbito laboral; a través de acciones centradas en la agenda de trabajo decente y la transición justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todas y todos. Una transición justa significa promover economías ambientalmente sostenibles de manera inclusiva y con perspectiva de género, creando trabajo decente, reduciendo las desigualdades y no dejando a nadie atrás. Es así como los empleos verdes se han convertido en un emblema para economías y sociedades más sostenibles, capaces de conservar el medio ambiente para las generaciones actuales y futuras, que son más justas e inclusivas para todas las personas y todos los países.

Con esta perspectiva, la Oficina de País de la OIT para México y Cuba afianzó su agenda de trabajo desarrollando en la Ciudad de México, y los estados de Coahuila de Zaragoza y San Luis Potosí, la iniciativa “Promover: Promoviendo empleos cada vez + verdes” que busca reforzar las capacidades del gobierno y los interlocutores sociales para elaborar y aplicar políticas integradas e inclusivas, colocando al empleo como eje para una reactivación económica con

empleos y empresas ambientalmente más sostenibles, bajo un enfoque de género y no discriminación, y en un marco de diálogo social tripartito.

A partir de estas experiencias, en la Ciudad de México, en concierto con el gobierno, las organizaciones sindicales y de empleadores, se elaboraron una serie de propuestas para una recuperación con empleos verdes y empresas ambientalmente sostenibles, en respuesta a los efectos de la COVID-19 y en el marco de la Estrategia y el Programa local de Acción Climática, se integraron cuatro medidas estratégicas y transversales sobre empleos verdes.

En el estado de Coahuila de Zaragoza, se conformó el “Consejo Tripartito para las Relaciones Laborales del estado de Coahuila de Zaragoza” (CTRL-C) como un mecanismo permanente para el diseño e implementación de políticas públicas en materia de trabajo decente en el estado. En el marco de sus acciones, se adoptó una [Estrategia de recuperación del empleo y Plan para el impulso de empleos y emprendimientos verdes para el estado de Coahuila de Zaragoza \(ilo.org\)](#) que prioriza aspectos de igualdad de género y no discriminación; además, se avanzó en el fortalecimiento de capacidades y generación de herramientas, para fortalecer la vinculación laboral hacia empleos verdes e incidir en la eliminación de las barreras de acceso al mercado de trabajo para las mujeres; una de las más importantes, la [“Guía de capacitación para incorporar la perspectiva de género en el Servicio Nacional de Empleo en México | International Labour Organization \(ilo.org\)”](#).

En el estado de San Luis Potosí, se suscribió el “Acuerdo Laboral Potosí: Empleos verdes, Equidad de Género e Inclusión” con el objetivo de establecer una alianza estratégica entre el gobierno del estado, la iniciativa privada y los sindicatos, para promover la

creación de empleos y emprendimientos verdes, garantizar la equidad de género en el mercado laboral y promover la inclusión de grupos minoritarios y personas con discapacidad en el estado; propiciando la instalación del “Consejo Tripartito para el Seguimiento y Evaluación del Acuerdo Laboral Potosí”. También, se actualizó el crédito REGION4BLE, una iniciativa conjunta entre la Secretaría del Trabajo del Estado de San Luis Potosí y el Sistema de Financiamiento para el Desarrollo del Estado de San Luis Potosí (SIFIDE), diseñada para apoyar el crecimiento de empresas que operan de manera sostenible, promoviendo la innovación y el impacto positivo en los ámbitos económico, social y ecológico.

En este estado, se continuó con los procesos para el fortalecimiento de capacidades del gobierno y los interlocutores sociales y otras instancias participantes. En este contexto, se diseñó el programa “EQUIDAD 360” dirigido a incidir en la eliminación de las barreras de acceso al mercado de trabajo para las mujeres, impulsar en los centros de trabajo la adopción de políticas que garanticen derechos y oportunidades laborales para las mujeres y promover programas de empoderamiento económico para las mujeres, y, por ende, contribuir a la igualdad en armonía con el ODS 5.

A estas iniciativas se suma el *Estudio sobre el potencial para la creación de empleos verdes en un marco de transición justa en México. Un análisis con enfoque sectorial y estatal*, al que se agregan estudios de sistemas de mercado para ocho sectores: informes específicos para ocho sectores: Agroecología y Forestería Sostenible, Construcción Sustentable, Electromovilidad, Energía Renovable, Manufactura Sostenible, Minería Responsable de Minerales Críticos, Turismo

Sostenible, Economía Circular y Gestión de Residuos. Algunos datos relevantes de cada informe aducen a:

- **Agroecología y Forestería Sostenible:** la agricultura orgánica puede emplear hasta 12 por ciento más personas que la agricultura convencional (Finley, et al., 2017).
- **Construcción sustentable:** puede llegar a emplear entre cinco y diez por ciento más personal que la construcción convencional, dependiendo el sistema constructivo (OIT, 2021), esto significaría la creación de más de 200 000 puestos de trabajo bajo un escenario conservador donde solo un 30 por ciento de la construcción sea sustentable. Esto sin incluir los potenciales empleos indirectos en industrias asociadas con la producción y comercialización de materiales de construcción sustentables o con menor impacto ambiental.
- **Electromovilidad:** la electrificación del sector impactará el empleo en dos direcciones, la primera con la creación de nuevos puestos de trabajo derivados de la instalación de fábricas dedicadas exclusivamente a la producción de vehículos eléctricos, y la segunda resultado de la transformación de las empresas existentes a la producción de autos eléctricos. En este sentido, bajo un escenario conservador donde apenas el 30 por ciento de los empleos directos del sector estén dedicados a la producción de vehículos eléctricos, el potencial de creación de empleo ascendería a 279 000 empleos¹, esto sin contar los más de 7 000 nuevos puestos² de trabajo que anticipa la operación nuevas plantas de dedicadas a la producción de vehículos

¹ Estimaciones realizadas utilizando como base datos de AIMA (2021).

² Actualmente la empresa BMW ha anunciado una inversión para expandir sus operaciones en San Luis Potosí, dedicándolas exclusivamente a la producción de vehículos eléctricos. Este proyecto contempla la creación de aproximadamente 1 000 puestos de trabajo (San Luis). Por otra parte, Tesla también ha anunciado la construcción de una fábrica en Nuevo León, la cual se estima que generará hasta 6 000 empleos directos.

eléctricos que se encuentran actualmente en construcción (Eric, et al., 2020).

- **Energía Renovable:** el cumplimiento de los objetivos definidos en las NDCs para el periodo 2020-2030 resultarían en la adición de 35 GW de capacidad en energías renovables y en una generación de más de 600 000 puestos de trabajos adicionales, incluyendo empleos directos, indirectos e inducidos (de los cuales generación distribuida solar fotovoltaica contribuye con un 36 por ciento). En el caso de los empleos directos, se estima que el 26 por ciento en la eólica y 46 por ciento fotovoltaica (GGGI, 2020).
- **Manufactura Sostenible:** el sector está experimentando un crecimiento acelerado debido a la reubicación de las cadenas de valor desde Asia hasta Norteamérica (fenómeno conocido como *nearshoring*), con proyecciones de crecimiento anual del 10.3 por ciento hasta 2025. Este crecimiento podría generar hasta 1,17 millones de empleos adicionales en los próximos cinco años, con efectos positivos en sectores relacionados como comercio y servicios (Deloitte, 2023).
- **Minería responsable de minerales críticos:** el sector minero presenta un alto potencial para la generación de empleo. Al cierre de 2022 el sector registró más de 417 000 puestos de empleo directos, lo que representó un aumento del 2,8 por ciento con respecto al año anterior. Además, las personas trabajadoras en el sector reciben salarios 33 por ciento superiores a los del promedio nacional (CAMIMEX, 2023).

- **Economía Circular y Gestión de Residuos:** se estima que la adopción de prácticas de economía circular podría incrementar hasta en 0,2 por ciento el empleo nacional (Chateau & Mavroeidi, 2020) y en un escenario conservador en el que se lograra el aprovechamiento³ de sólo el 25 por ciento de los RSU permitiría crear más de 114 000 puestos de trabajo.
- **Turismo Sostenible:** Se estima que el país experimentará un crecimiento promedio anual del 3.2 por ciento en su actividad turística, superando el dos por ciento proyectado para el crecimiento económico en general. Lo cual se traduciría en la creación de más de 2,7 millones de puestos de trabajo en el país entre el 2022 y el 2032 (WTTC, 2024). Bajo un escenario conservador donde apenas un 20 por ciento del crecimiento derivara de la promoción del turismo sostenible, esto significaría la creación de más de 540,000 puestos nuevos de trabajo.

Nuestra aspiración es que estos estudios sean un marco de referencia para el gobierno, organizaciones de personas trabajadoras y de empleadoras, cooperación internacional, organizaciones de la sociedad civil, academia y otros actores clave del mundo del trabajo en México para la identificación de puntos de entrada de alto potencial para promover políticas públicas e intervenciones de transición justa y empleos verdes en línea con las necesidades, prioridades y procesos de política específicos. Así, se avanza en la acción climática, el trabajo decente, la agenda de transición justa y la promoción de los empleos verdes en el país.



Pedro Américo Furtado de Oliveira

Director Oficina de País de la OIT para México y Cuba

³ En el caso de los residuos orgánicos vía compostaje y en el de los inorgánicos aprovechables el reciclaje. El cálculo es propio con base en Ribeiro-Broomhead & Tangri (2021).

Contenidos

Índice de contenidos	10
Siglas y acrónimos	12
Resumen Ejecutivo	13
Introducción	15
Estructura del sector	19
Visión general del mercado en México	23
Sistema de Mercado	29
Cadena de valor	30
Diseño	30
Abasto	30
Reglas y regulaciones	37
Potencial de generación de empleo verde	39
Ocupaciones demandadas en el sector	44
Análisis de limitaciones de mercado y causas subyacentes	46
Recomendaciones	47
Referencias	50



Fotografía: OIT, Abraham Carbajal Espinosa | Infraestructura de carga del Sistema Metropolitano de Movilidad Amable y Sostenible.

Siglas y acrónimos

AIE	Agencia Internacional de Energía
ANP	Áreas Naturales Protegidas
ASG	Ambiental, Social y Gobierno corporativo
BEV	Vehículos Eléctricos de Batería
CCFC	Consejo Consultivo de Finanzas Climáticas
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CONOCER	Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales
EDS	Escenario de Desarrollo Sostenible
EUA	Estados Unidos de América
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IA	Inteligencia Artificial
IoT	Internet de las Cosas
ISAN	Impuesto Sobre Automóviles Nuevos
ISO	Organización Internacional de Normalización
ISR	Impuesto Sobre la Renta
NDC	Contribución determinada a nivel nacional
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PdM	Participación de Mercado
PIB	Producto Interno Bruto
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección Ambiental
PyMEs	Pequeñas y Medianas Empresas
SDE	Servicios de Desarrollo Empresarial
VE	Vehículos Eléctricos

Resumen Ejecutivo



La electromovilidad como sector económico abarca actividades asociadas con fabricación, comercialización y mantenimiento de transportes que emplean tecnologías de propulsión eléctrica de manera total o parcial; así como el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura necesaria para su recarga y funcionamiento. Estos transportes pueden contener baterías para almacenar la energía, tales como bicicletas, motocicletas o automóviles. También pueden ser alimentados directamente a la línea eléctrica, como el metro, o por una catenaria, como el trolebús. Otra forma de electromovilidad es la implementación de hidrógeno en celdas de combustible que generen electricidad para alimentar las baterías de los vehículos.

El sector de electromovilidad en México juega un papel crucial en la economía nacional. La industria automotriz emplea a más de 1,54 millones de personas en más de 3 600 unidades económicas, contribuyendo con el 21 por ciento del PIB nacional y el 26,9 por ciento de las exportaciones del país (INEGI, 2019).

También es el séptimo fabricante de vehículos, el quinto exportador de vehículos de pasajeros a nivel mundial y el cuarto exportador de vehículos pesados para carga. La producción de vehículos eléctricos ligeros, aunque actualmente representa solo el 2,8 por ciento del total de unidades producidas en el país, está creciendo rápidamente, con un aumento del 36,3 por ciento en 2023 comparado con el año anterior (Fernando, 2024).

Desde una perspectiva ambiental, el sector del transporte en México es responsable de la emisión de 148 millones de toneladas de

CO₂, constituyendo la segunda fuente más significativa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el país (AMDA, 2023). El autotransporte, principalmente compuesto por vehículos privados, representa el 94 por ciento de las emisiones del sector, y es el principal impulsor del aumento en la demanda de combustibles fósiles.

Para abordar estos desafíos ambientales, la transición hacia la electromovilidad se presenta como una solución crucial, con proyecciones que indican que México podría convertirse en el país con el mayor número de vehículos eléctricos e híbridos comercializados en Latinoamérica para 2030.

La cadena de valor de la electromovilidad tiene impactos significativos en el empleo. Se anticipa una transformación en las ocupaciones demandadas y una profunda necesidad de reentrenamiento en las empresas de manufactura automotriz; ya que la producción de vehículos eléctricos requiere nuevas habilidades en áreas como electrónica, sistemas de gestión de baterías y seguridad en el manejo de sistemas de alto voltaje. Además, se espera un aumento en la demanda de profesionales en ingeniería química para el desarrollo y optimización de baterías, así como especialistas en economía circular para impulsar prácticas sostenibles en toda la cadena de suministro.

En cuanto a las funciones de soporte, se observa una necesidad de fortalecer los estándares y certificaciones específicas para la electromovilidad. Aunque existen certificaciones como Industria Limpia, su adopción en el sector automotriz es aún limitada. Adicionalmente, el desarrollo de capacidades también enfrenta desafíos,

con una creciente demanda de técnicos e ingenieros especializados que supera la oferta actual del sistema educativo mexicano.

El acceso al financiamiento para la transición hacia prácticas más sostenibles sigue siendo limitado, especialmente para las PyMEs. Esto tiene especial importancia, ya que en la actualidad hay más de 244 000 unidades económicas en el servicio post venta, por solo mencionar una parte de la cadena de valor. La mayoría de ellas son MiPyMEs dedicadas a la reparación y mantenimiento de automóviles y camiones que emplean a más de dos millones de personas (INEGI, 2024).

La electrificación del sector impactará el empleo en dos direcciones: la creación de nuevos puestos de trabajo derivados de la instalación de fábricas dedicadas exclusivamente a la producción de vehículos eléctricos y la transformación de las empresas existentes a la producción de autos eléctricos.

En este sentido, bajo un escenario conservador donde apenas el 30 por ciento de los empleos directos del sector estén dedicados a la producción de vehículos eléctricos, el potencial de creación de empleo ascendería a 279 000 empleos⁴, sin contar los más de 7 000 nuevos puestos⁵ de trabajo que anticipa la operación de nuevas plantas dedicadas a la producción de vehículos eléctricos que ya se encuentran en construcción (Eric, et al., 2020).

Los puestos y habilidades más demandados en el sector incluyen especialistas en ingeniería con conocimientos en sistemas de automatización industrial, robótica y tecnologías emergentes como la impresión 3D y el internet de las cosas. También se requieren especialistas en ingeniería química para el desarrollo de baterías, profesionales en compras sostenibles, capaces de implementar programas de desarrollo de proveedores orientados a la ecologización de la cadena de valor; especialistas en economía circular con conocimientos

en análisis de ciclo de vida y logística inversa, y profesionales de la ingeniería ambiental para la evaluación y mitigación de impactos ambientales en los procesos productivos.

Entre las limitaciones de mercado se encuentra la baja adopción de prácticas sostenibles en los proveedores del sector automotriz debido a los altos costos de adquisición de tecnologías y la dificultad para acceder a financiamiento en condiciones favorables. También se observan escasez de mano de obra especializada, bajo nivel de fiscalización en normas ambientales y falta de infraestructura adecuada para la adopción masiva de sistemas de transporte eléctrico públicos y/o privados.

Para abordar estos desafíos, se recomiendan acciones como:

- Desarrollo de mecanismos de mercado que promuevan la ecologización del sector, incluyendo la incorporación de criterios de sostenibilidad en las certificaciones existentes.
- Elaboración de programas de acompañamiento para el diseño de planes de gestión ambiental.
- Fortalecer la oferta de productos financieros orientados a la ecologización de empresas proveedoras.
- Mejorar el desarrollo de habilidades en materia de electromovilidad, a través de la creación de normas de competencias específicas y el fortalecimiento de programas de formación técnica dual.

⁴ Estimaciones realizadas utilizando como base datos de AIMA (2021).

⁵ Actualmente, la empresa BMW ha anunciado una inversión para expandir sus operaciones en San Luis Potosí, dedicándose exclusivamente a la producción de vehículos eléctricos. Este proyecto contempla la creación de aproximadamente 1 000 puestos de trabajo (Fuente: San Luis). Por otra parte, Tesla también ha anunciado la construcción de una fábrica en Nuevo León, que se estima que generará hasta 6 000 empleos directos.

Introducción



México juega un rol crítico en la transición ecológica y combate al cambio climático. Su territorio alberga entre el diez y el doce por ciento de la biodiversidad mundial (CONABIO, 2017) y 226 Áreas Naturales Protegidas (ANP), que suman más de 93 millones de hectáreas (CONANP, 2024). A su vez, es responsable de graves externalidades ambientales, ocupando el 12° lugar en emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). El transporte es el principal consumidor de combustibles fósiles, siendo responsable del uso del 51,97 por ciento del consumo en el país (SENER, 2023).

Los efectos globales del cambio climático son una realidad y tienen el potencial de afectar seriamente la productividad alimentaria, los sistemas hídricos, la biodiversidad, la salud de las personas y el desarrollo económico. En este sentido, México es también uno de los países más vulnerables en la región a sufrir los efectos del cambio climático, pues aproximadamente 20 por ciento de su territorio se encuentra a menos de 100 metros del nivel del mar (INECC, 2017) y el 40 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) nacional está vinculado con actividades altamente contaminantes⁶ (INEGI, 2023).

En este contexto, la búsqueda de soluciones para reducir el impacto de las actividades económicas o crear nuevos modelos de negocios sostenibles

no solo se presenta como un imperativo ambiental, sino como una estrategia vital para salvaguardar la economía y los medios de vida de la población. Se estima que el desarrollo de acciones de mitigación ambiental y adaptación a los efectos del cambio climático tenga consecuencias positivas en la economía y el empleo. La transición hacia una economía más verde repercutirá en el empleo de cuatro maneras:

1. Se crearán nuevos puestos de trabajo en sectores verdes emergentes como las energías renovables, donde la demanda de bienes y servicios se está expandiendo.
2. Se eliminarán determinados puestos de trabajo sin sustitución directa, por ejemplo, prohibiendo o desalentando el uso de actividades económicas altamente contaminantes.
3. Se reemplazarán algunos puestos de trabajo, como resultado de la transformación industrial.
4. Se transformarán y redefinirán la mayoría de los puestos de trabajo actuales, en función de los nuevos requisitos de perfil y métodos de trabajo.

Solo en América Latina y el Caribe, la descarbonización de las actividades económicas tiene el potencial de generar hasta 15 millones de nuevos empleos verdes netos para 2030 (OIT, 2020).

⁶Industrias Manufactureras (21,1 por ciento), Construcción (8,5 por ciento), Agricultura, crianza y explotación de animales (4,4 por ciento), minería (4,2 por ciento) y Energía (1,8 por ciento).

¿Qué son los empleos verdes?

Los empleos verdes son por definición empleos decentes que contribuyen a preservar y restaurar el medio ambiente. A nivel empresarial pueden producir bienes o prestar servicios que beneficien al medio ambiente. Como ejemplo, los edificios verdes o el transporte limpio. También pueden considerarse como empleos verdes aquellos que contribuyen a procesos de producción más respetuosos con el medio ambiente en las empresas. Por ejemplo, la reducción el consumo de agua o el reciclaje.

Estos cambios en el mercado laboral deben ser gestionados con precaución, asegurando una transición justa. Esto implica, entre otros aspectos, la implementación de procesos de recualificación y reconversión laboral, así como la facilitación de un extenso diálogo social que aborde los impactos laborales derivados de la descarbonización. Estos esfuerzos buscan lograr el empleo digno para todas las personas y, al mismo tiempo, erradicar la pobreza mediante un crecimiento económico inclusivo⁷. Este tipo de crecimiento busca satisfacer las necesidades de la población mundial y, simultáneamente, preservar el medio ambiente y los recursos naturales.

Bajo esta coyuntura, en el año 2015, la OIT publicó las Directrices para una transición justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos. Esta guía adoptada de manera tripartita por gobiernos, organizaciones de personas trabajadoras y empleadoras, proporciona una orientación práctica sobre cómo formular, aplicar y supervisar un marco normativo de transición justa; de conformidad con las circunstancias y prioridades nacionales.

Inspirada en estas directrices, la OIT desarrolló la Metodología de Evaluación Situacional Rápida (RSA por sus siglas en inglés), que tiene como objetivo identificar puntos de entrada de alto potencial para promover políticas e intervenciones de

transición justa a nivel nacional, en línea con las necesidades, prioridades y procesos de política específicos a nivel mundial. Resultado de este estudio se priorizaron aquellas actividades económicas que muestran un mayor potencial para impulsar los empleos verdes en México, siendo la electromovilidad uno de ellos.

Este documento hace parte de una serie de estudios que complementan la Evaluación Situacional Rápida de México, profundizando en el análisis de ocho sectores priorizados vinculados con las acciones y compromisos de mitigación y adaptación asumidos por el Gobierno de México, en el marco de sus Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC).

Este estudio fue realizado de acuerdo con la metodología de Desarrollo de Cadenas de Valor para el Trabajo Decente, elaborada por el departamento de Empresas de la OIT y tiene como objetivos:

- Analizar la estructura básica del sector: Oferta, demanda, tendencias y motivaciones de consumo.
- Identificar la estructura de la cadena de valor: Actores involucrados, mecanismos de operación, fuentes de financiamiento y entorno regulatorio.
- Entender las condiciones del mercado de trabajo: Oferta y demanda laboral, potencial de generación de empleo,

⁷ Es importante mencionar que la creación de empleos verdes debe acompañarse de un esfuerzo extensivo en incorporar la perspectiva de género y garantizar el acceso igualitario a oportunidades de formación y empleo ya que se calcula que un 80 por ciento de los nuevos puestos de trabajo creados gracias a la reducción de las emisiones de carbono tienen lugar en los sectores tradicionalmente dominados por hombres (IABD - OIT, 2020).

disponibilidad de mano de obra calificada, oferta de programas de capacitación, condiciones laborales y equidad de género.

- Identificar ineficiencias de mercado y cuellos de botella en el funcionamiento de cada sector y actividad, así como sus causas subyacentes.
- Contar con un listado de recomendaciones tanto para el sector público como para el privado y los gremios de personas trabajadoras, de cara a una subsecuente intervención.

La estructura del Informe es la siguiente. Después de esta introducción, se ofrece una visión global del sector, para luego

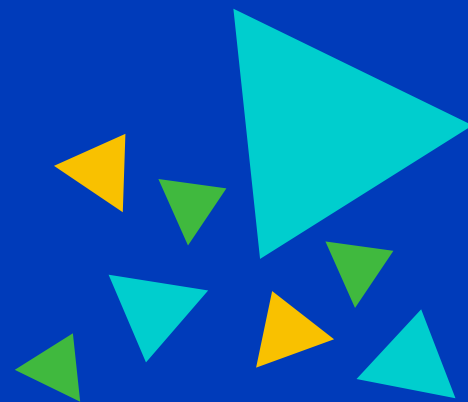
profundizar sobre su situación en México. Posteriormente, se describen las dinámicas laborales del mercado, haciendo énfasis en las ocupaciones de mayor impacto e identificando aquellas donde se anticipa un mayor incremento en la demanda, derivado de la descarbonización. Luego, se describen detalladamente las actividades que comprenden la cadena de valor y sus impactos ambientales y laborales; así como las reglas, regulaciones y funciones de soporte⁸ que interactúan en la cadena de valor. A partir de este análisis se identifican los cuellos de botella y causas subyacentes que limitan el desarrollo del mercado. Finalmente, se plantean recomendaciones para impulsar la transición justa y los empleos verdes en el sector en México.

⁸Entendemos como funciones de soporte a actividades específicas del contexto y del sector que fundamentan, apoyan y moldean la calidad de las transacciones, como la información, la tecnología, la infraestructura, las finanzas y el acceso a los mercados.



Fotografía: Rimidolove | Cargador eléctrico rápido moderno para automóviles PHEV eléctricos o híbridos.

Estructura del sector



La industria automotriz juega un importante rol en la economía mundial. Emplea a más de 14 millones de personas (OIT, 2020) y su producción es equivalente al tres por ciento del PIB global (Moore, 2022). Al año se producen más de 85,4 millones de vehículos en el mundo (ACEA, 2023).

Este sector se encuentra transitando por dos procesos de transformación profundos: La inmersión de la industria en la Cuarta Revolución Industrial, donde la integración de tecnologías digitales influye desde los procesos de fabricación y diseño de vehículos hasta los modelos de negocio y las interacciones con los clientes; y los desafíos e imperativos de la transición verde, respondiendo a las preocupaciones ambientales intrínsecas a las actividades de transporte.

Por un lado, se estima que la producción de un automóvil de tamaño promedio (alrededor de 1,4 toneladas) emite aproximadamente 6,7 toneladas de CO₂⁹ (ICCT, 2022). Sin embargo, el impacto del sector automotriz no se limita únicamente a su cadena de valor productiva, sino que también abarca el ciclo de vida. En un automóvil, sólo el diez por ciento de las emisiones generadas provienen del proceso de fabricación, mientras que el 85 por ciento son resultado de su uso¹⁰ y el cinco por ciento de su disposición final.

En la actualidad, el transporte depende predominantemente del petróleo y sus derivados, como combustible, para casi el 91

por ciento de su energía final (IEA, 2022). Se estima que los vehículos emiten anualmente aproximadamente 74 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera (MANSUR, 2023). Estas emisiones representan una quinta parte del total global y, si se incluyen las emisiones derivadas del uso de energía en la industria, alcanzan el 24 por ciento. La mayor parte de estas emisiones del transporte provienen de vehículos ligeros¹¹, que contribuyen con el 47,7 por ciento, seguidos por los vehículos de carga (pesados, medianos y autobuses), que aportan el 30,8 por ciento (IEA, 2022).



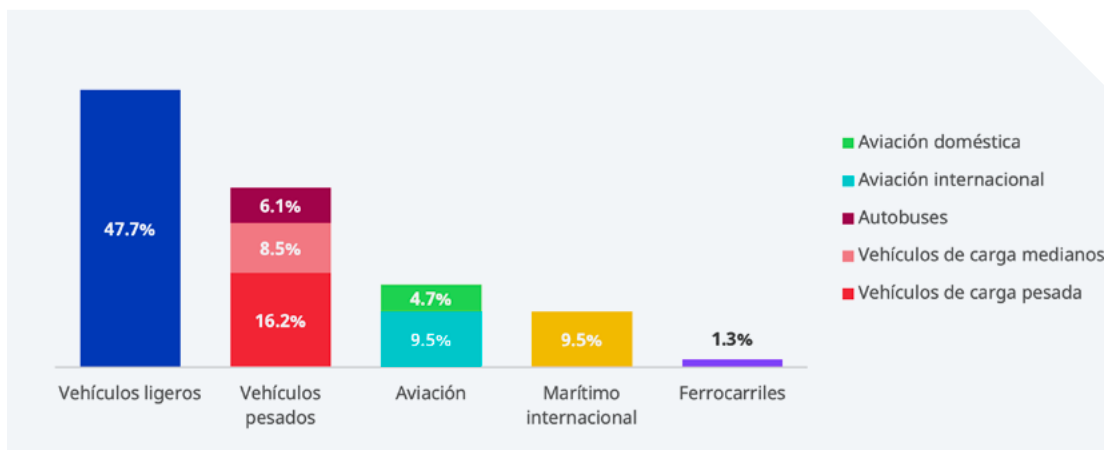
Fotografía: Isaac Torres | Servicio de autobuses que operan con gas natural en Ciudad de México.

⁹Inicialmente, las emisiones derivadas de la fabricación se originan en la extracción de los minerales necesarios para la producción de las diversas partes del vehículo. Adicionalmente, se deben considerar los componentes de plástico, los neumáticos y la energía consumida durante el ensamblaje de todas las piezas. Dentro de la industria automotriz, uno de los elementos que consume una cantidad significativa de energía (Deloitte, 2024).

¹⁰Cada galón de gasolina consumido produce 20 libras de gases de GEI, lo que se traduce en aproximadamente entre cinco y nueve toneladas de GEI anuales por uso promedio de un vehículo (Fueleconomy, 2023).

¹¹Se consideran vehículos ligeros a aquellos con un peso bruto vehicular de hasta 3 500 kilogramos, diseñados principalmente para transporte personal o comercial a pequeña escala. Esta categoría incluye automóviles de pasajeros, SUVs, camionetas ligeras como pickups y furgonetas para transportar mercancías o personas.

► **Gráfica 1. Porcentaje de distribución de las emisiones de dióxido de carbono producidas por el sector del transporte a nivel mundial en 2022 (%)**



Sumado a ello, se espera que la demanda de transporte crezca a nivel mundial en las próximas décadas, a medida que aumente la población global. Se prevé que el transporte global (medido en kilómetros de pasajeros) se duplique, que las tasas de propiedad de automóviles aumenten en un 60 por ciento, y que la demanda de aviación de pasajeros y carga se triplique para 2070 (IEA, 2020). En conjunto, estos factores resultarían

en un gran aumento de las emisiones del transporte.

En este contexto, muchos países se han comprometido a descarbonizar su transporte público y a eliminar gradualmente los motores de combustión interna, incentivando el desarrollo del sector de la electromovilidad.

¿Qué es el sector de la electromovilidad?

La electromovilidad, como sector económico, abarca las actividades asociadas con fabricación, comercialización y mantenimiento de transportes que emplean tecnologías de propulsión eléctrica de manera total o parcial; así como el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura necesaria para su recarga y funcionamiento. Estos transportes pueden contener baterías para almacenar la energía, tales como bicicletas, motocicletas o automóviles; o bien ser alimentados directamente a la línea eléctrica (como el metro) o por una catenaria (como el trolebús).

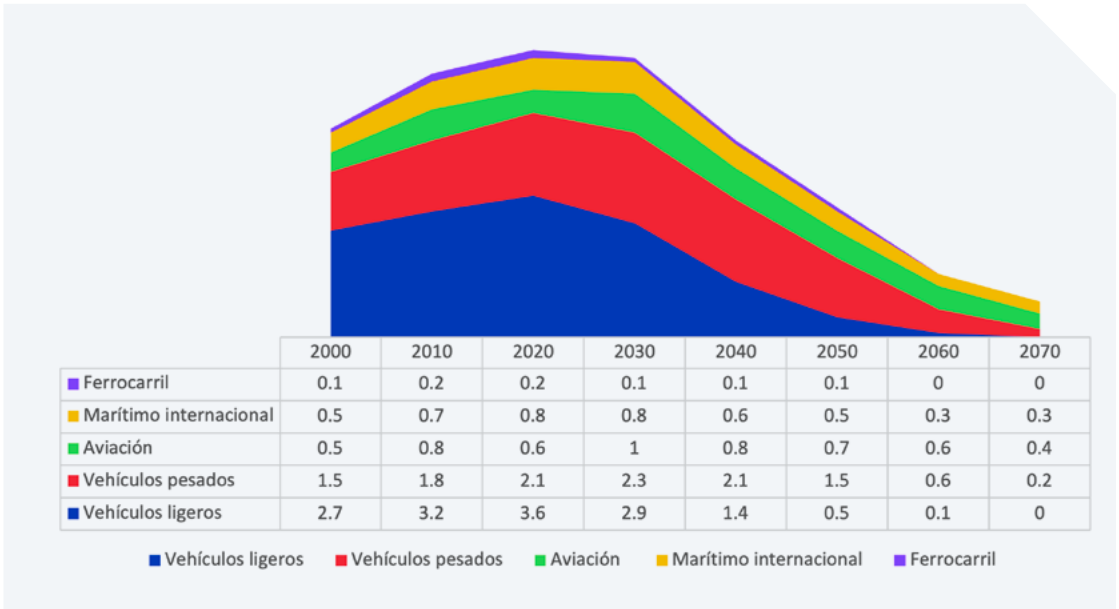
Otra forma de electromovilidad es la implementación de hidrógeno en celdas de combustible que generen electricidad para alimentar las baterías de los vehículos.

Se estima que la descarbonización del transporte pueda conseguirse en pocas décadas: El escenario de desarrollo sostenible de la Agencia Internacional de Energía (AIE)¹² asume la eliminación de las emisiones de las motocicletas para 2040,

del ferrocarril para 2050 y de los camiones pequeños para 2060. Sin embargo, las emisiones de los automóviles y autobuses no se eliminarán completamente hasta 2070.

¹² La Agencia Internacional de Energía (AIE) ha definido un Escenario de Desarrollo Sostenible (EDS) que tiene en cuenta los desafíos actuales de sostenibilidad y descarbonización de una manera realista y rentable.

► **Gráfica 2. Emisiones Mundiales procedentes del transporte en el Escenario de Desarrollo Sostenible de la AIE hasta 2070 (GtCO2 por año)**

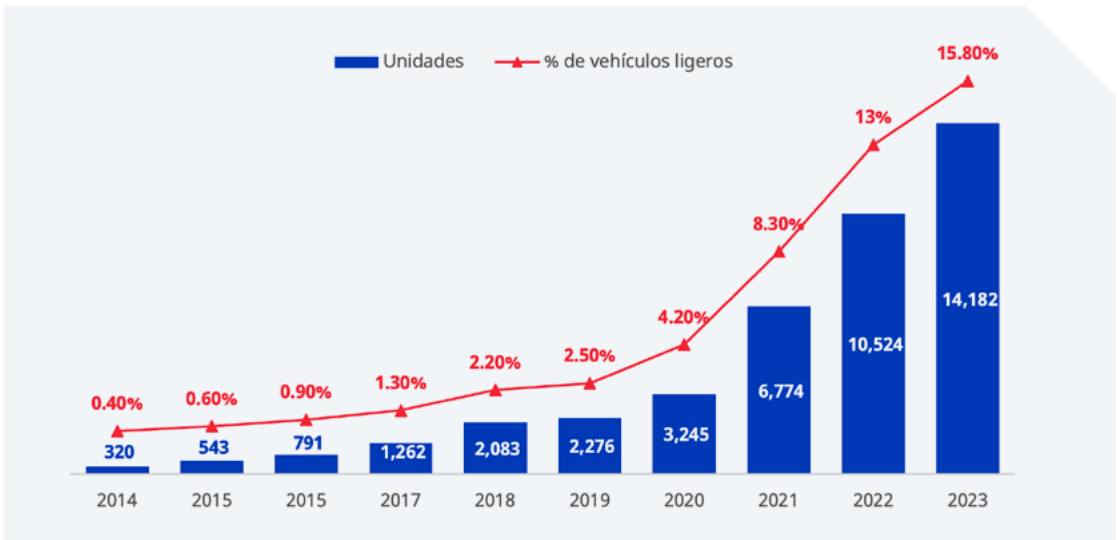


Fuente: Elaboración propia, con datos de IEA (2024).

Aunque el mercado de vehículos eléctricos está en una etapa incipiente, su adopción avanza a un ritmo acelerado. Las ventas globales de autos eléctricos han alcanzado un máximo histórico de 14 millones de unidades en 2023, equivalentes al 15,8 por ciento del total del mercado de vehículos

ligeros. Esto representó un aumento del 35 por ciento respecto a 2022, y se estima que la cifra podría alcanzar los 17 millones para finales de 2024, equivalente al 20 por ciento de las ventas globales de autos ligeros (IEA, 2024).

► **Gráfica 3. Ventas Globales de vehículos ligeros (´000s)**



Fuente: Elaboración propia, con datos de IEA (2024).

Esta demanda recae principalmente en tres mercados donde se consolida el 93 por ciento de la participación de mercado (PdM) global: China, con el 59 por ciento; Europa con 22 por ciento y Estados Unidos de América y Canadá, con 11 por ciento.

Sin embargo, es importante hacer notar que el resto del mundo creció en un 81 por ciento entre el 2022 y 2023, crecimiento considerablemente superior a los mercados principales.

► **Tabla 1. Ventas totales y participación de mercado (PdM) en vehículos eléctricos**

	2022		2023		Crecimiento (%)
	Unidades	PdM (%)	Unidades	PdM (%)	
Europa	2 683	25	3 146	22	17
China	6 181	59	8 413	80	36
Estados Unidos / Canadá	1 104	10	1 617	15	46
Otros	556	5	1 006	10	81

Fuente: Elaboración propia, con datos de IEA (2024).

Uno de los principales mecanismos que ha contribuido a acelerar la adopción de vehículos eléctricos son los crecientes incentivos fiscales y subsidios adoptados en múltiples economías del mundo. La Unión Europea, por ejemplo, adoptó la meta de reducir las emisiones de coches y furgonetas nuevas en 55 y 50 por ciento respectivamente para 2030 (en comparación con 2021), y del 100 por ciento para ambos para 2035. Otro ejemplo notable son los Estados Unidos de América, que asumió como objetivo que un 50 por ciento de los vehículos nuevos vendidos en el año 2030 deberían ser cero emisiones (IEA, 2023).

Además, los consumidores están mostrando una creciente conciencia sobre sus decisiones de compra. Se estima que un tercio de los consumidores globales están dispuestos a pagar más por un producto que sea respetuoso con el medio ambiente y sostenible (UNCCC, 2021). En complemento, las empresas con prácticas de sostenibilidad bien establecidas demuestran

un rendimiento superior en el mercado de valores en comparación con otras que carecen de tales iniciativas (NYU STERN, 2020). Esto ha motivado a varios fabricantes de automóviles a adoptar ambiciosos objetivos de reducción de emisiones en consonancia con los objetivos delineados en el Acuerdo de París, que van desde una reducción del 30 por ciento (por kilómetro vehicular) en empresas como Volkswagen y Toyota hasta el 50 por ciento en BMW, Ford, General Motors o Volvo.

La reducción de emisiones en el sector no se limita a la electrificación del portafolio, pues los procesos productivos tienen también externalidades ambientales. En la actualidad, materiales y fabricación representan el 18 por ciento del total de las emisiones que genera un vehículo en su ciclo de vida, y se estima que ese porcentaje podría llegar al 60 por ciento para el 2040, resultado de la transformación del transporte. Esto los hace cada vez más

críticos de cara a la adopción de objetivos de carbono neutralidad (Eric, et al., 2020).

Uno de los factores que pudiera poner en riesgo el cumplimiento de los objetivos ambientales en las empresas automotrices es la lenta adopción de prácticas sustentables en su cadena de suplidores. Las empresas proveedoras deberán adaptarse a nuevos requisitos, reemplazar materiales, adoptar políticas de circularidad y reducir significativamente el consumo de energía y agua para seguir siendo competitivas en el mercado. Datos de una encuesta realizada en 2022 por McKinsey entre proveedores de la industria automotriz revelan que el 83 por ciento ha establecido objetivos de sostenibilidad, pero solo el 7 por ciento ha comenzado a implementar programas de reducción de emisiones de carbono (Behrendt, et al., 2022).

La transición puede ser particularmente desafiante para las empresas proveedoras de tier 2 y tier 3¹³, la mayoría de las cuales son Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs).

Otro factor que plantea desafíos en el marco de la proliferación de vehículos eléctricos es la circularidad de las baterías y su disposición al final de su vida útil, pues su desecho inadecuado conduce a la liberación de sustancias tóxicas que impactan negativamente el medio ambiente. Con la tecnología actual de reciclaje, 70 por ciento de los materiales contenidos en las baterías podrían reutilizarse para la fabricación de nuevos productos (ECOPILAS, 2022).

Es importante considerar que la transición ecológica no es la única transformación significativa que está experimentando la industria en la actualidad. Paralelamente, el sector está viviendo un fenómeno conocido como Industria 4.0, que abarca la digitalización avanzada y la integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la robótica

avanzada y la analítica de datos en sus operaciones.

Esta cuarta revolución industrial está redefiniendo los procesos de producción, optimizando la eficiencia operativa y permitiendo una mayor personalización de los productos. La convergencia de las transiciones ecológica y digital (conocida también como la transición dual o twin transition) puede generar sinergias importantes. Sin embargo, también resalta la importancia de priorizar una agenda de transición justa.

Visión general del mercado en México

México se ubica entre los diez principales emisores de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector del transporte a nivel mundial. El sector del transporte es responsable de la emisión de 148 millones de toneladas de CO₂, constituyendo la segunda fuente más significativa de emisiones por detrás de la generación de electricidad (WRI, 2022) y contribuyendo al 25 por ciento de emisiones de carbono en México (AMDA, 2023).

El autotransporte, principalmente compuesto por vehículos privados, representa el 94 por ciento de las emisiones del sector, siendo el principal impulsor del aumento en la demanda de combustibles fósiles. Además, la cantidad de vehículos en circulación está en constante crecimiento: entre 1980 y 2020, el parque vehicular mostró un incremento del 789 por ciento, mientras que la población apenas creció en un 88 por ciento.

En México, la falta de acceso a servicios de transporte es también una de las principales causas de inequidad e inmovilidad social, al ser un elemento que determina a su vez el acceso a oportunidades como

¹³ En el contexto de la industria automotriz, los términos "Tier 1", "Tier 2" y "Tier 3" se refieren a los diversos niveles de proveedores en la jerarquía de la cadena de suministro. Los proveedores Tier 1 suelen fabricar sistemas complejos o componentes principales, como motores, transmisiones, sistemas de chasis y otras piezas críticas; y los Tier 2 producen piezas especializadas o subsistemas que son integrados en los productos finales por los proveedores Tier 1. Los proveedores de Tier 3 producen materiales o componentes básicos que se utilizan en los procesos de fabricación de los proveedores de Tier 2.

empleo, educación, servicios de salud, entre otros. La población que vive alejada de los centros urbanos, en su mayoría de bajos ingresos, suele gastar 15 por ciento más en transporte y destinar cuatro horas adicionales que la población que habita en zonas urbanas. Estas condiciones, aunadas a sistemas de transporte público saturados, crean incentivos para priorizar el uso de transporte privado, incrementando congestionamientos y elevando el consumo de combustible y emisión de GEI (WRI, 2022).

Por otro lado, México tiene un rol protagónico en la industria automotriz global y, por tanto, en las emisiones de transporte mundiales. Es el séptimo fabricante de vehículos, el quinto exportador de vehículos de pasajeros en el mundo y el cuarto exportador de vehículos pesados para carga (ITC, 2022).

El sector emplea a más de 1,54 millones de personas en más de 3 600 unidades económicas, contribuyendo con el 21 por ciento del PIB nacional y el 26,9 por ciento de las exportaciones del país (INEGI, 2019). Las empresas automotrices internacionales establecidas en México incluyen Audi, BMW, Cummins, Ford Motor Company, General Motors, Honda, Hyundai, Isuzu, Kenworth,

Kia, Mazda, Mercedes Benz, Nissan, Stellantis, Toyota, Volkswagen y Volvo. Además, en el país operan más de 1 100 empresas proveedoras de la industria automotriz.

La descarbonización de las operaciones automotrices mexicanas ya ha comenzado. Actualmente, la manufactura de vehículos eléctricos ligeros representa apenas el 2,8 por ciento del total de unidades producidas en el país, pero crece de manera acelerada. Durante el 2023, se produjeron en el país 1 061 080 unidades (fabricados mayormente por Ford y General Motors), lo cual representó un crecimiento del 36,3 por ciento comparado con los 77 897 autos de este tipo producidos en el 2022 (Fernando, 2024).

Además, otras importantes empresas de transporte han anunciado la conversión total o parcial a autos eléctricos, incluyendo Volkswagen, BMW, Kia, Mazda y Volvo (AMDA, 2023). A esto se suma la operación de empresas dedicadas exclusivamente a la producción de vehículos eléctricos, como es el caso de Zacua o Tesla, que recientemente anunció la construcción de lo que será la fábrica de vehículos eléctricos más grande del mundo.

► **Tabla 2. Proyección de producción de vehículos eléctricos en México**

Población	Personas ocupadas (Miles)
Tesla	100
Volvo	50 en 2025 y 100 en 2030
Ford	40 en 2030 y 100 en 2035
GM	100 en 2035
Volkswagen	50 en 2030 y 100 en 2035
Kia	30 en 2030
Mazda	25 en 2030
BMW	30 en 2025 y 50 en 2030

Fuente: Elaboración propia, con datos de AMDA (2023).

Este cambio sucede bajo una coyuntura particularmente benéfica para México, donde las inversiones en manufactura están creciendo a un ritmo acelerado, resultado de la reubicación de las cadenas de valor desde Asia hasta Norteamérica (fenómeno conocido como nearshoring).

En este sentido, México se ha beneficiado como destino atractivo de inversiones, mayormente resultado de su cercanía y acuerdos comerciales con los Estados Unidos, la existencia de clústeres industriales dedicados al sector, oferta laboral ampliamente capacitada, posición geográfica estratégica y mano de obra calificada. Además, posee recursos y minerales necesarios para la transición a la electromovilidad, reservas de litio, cobre y fluorita, minerales fundamentales para la electromovilidad y el almacenamiento de energía.

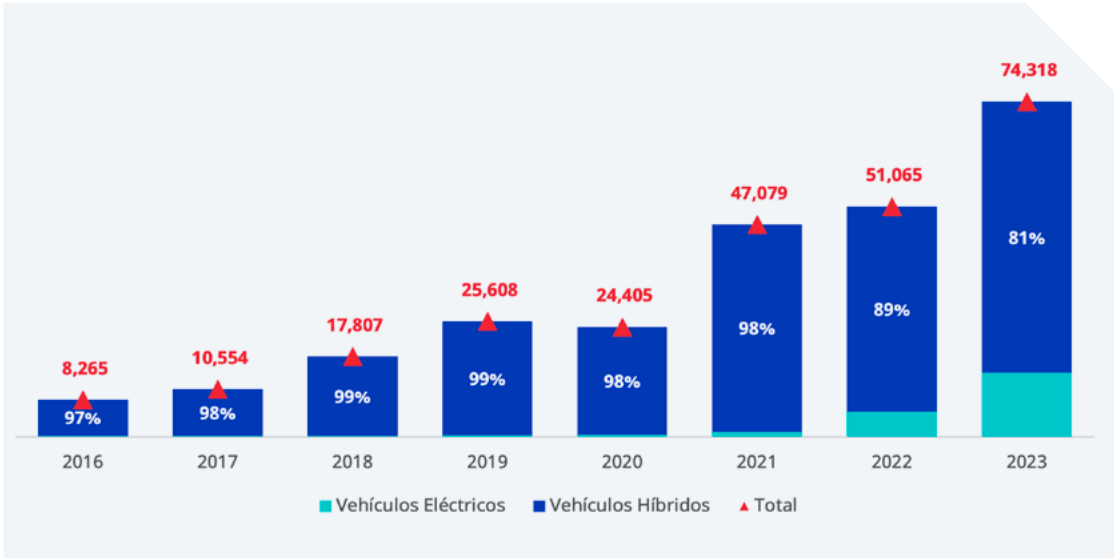
Además de su rol como exportador, México tiene un amplio mercado doméstico de

vehículos. Al cierre del 2022, en México existían 55 167 421 vehículos en circulación.

La participación de vehículos eléctricos en el mercado doméstico es aún incipiente, pero con tendencia al crecimiento. Entre el año 2016 y 2023 se vendieron más de 280 000 unidades de vehículos eléctricos e híbridos, con un crecimiento anual promedio del 27 por ciento. Al cierre del 2023 se vendieron 74 318 unidades, que equivalen al 5,5 por ciento del total de las ventas de vehículos nacionales.

Para 2030, se estima que México se convierta en el país con el mayor número de vehículos eléctricos e híbridos comercializados en Latinoamérica, al concentrar casi el 67 por ciento del total de las ventas de este tipo de unidades en la región (Frost & Sullivan, 2022).

► **Gráfica 4. Ventas históricas de vehículos eléctricos e híbridos en México**



Fuente: Elaboración propia, con datos de INEGI (2024).

Uno de los factores que tiende a limitar el crecimiento del sector es la infraestructura de carga. Se estima que México necesita alrededor de 15 400 estaciones de carga para satisfacer su demanda, a medida que incrementa el uso de vehículos eléctricos. Actualmente se tienen disponible 1 340 estaciones con un total de 3 206 conectores, implicando un promedio de 2,4 conectores por estación. Aunque es el país con mayor número de puntos de carga en América Latina, hay una necesidad significativa de incrementar el número de estaciones de carga para lograr una mayor adopción de vehículos eléctricos (AIMA, 2023).

Las principales estaciones de recarga de vehículos eléctricos se conectan a la red pública, aunque también existen estaciones de recarga ecológicas que utilizan paneles solares o sistemas eólicos para generar electricidad, junto con sistemas de almacenamiento como bancos de baterías. Estos sistemas ya se han implementado en España y otras partes de Europa,

demostrando ser viables y sostenibles. Un ejemplo es el uso de paneles solares como techos en estacionamientos.

A pesar de que estos equipos aún son complejos debido al costo asociado con el dimensionamiento de los bancos de baterías, es probable que su implementación aumente en los próximos años en el país (IMT, 2023).

Otro factor relevante para la electromovilidad es la transición del transporte público. En este sentido, las principales urbes del país han liderado la transición con un enfoque multimodal que incluye no solo la electrificación o descarbonización de las rutas y medios de transporte público actuales (como autobuses, metro o taxis), sino también el desarrollo de modelos alternativos como bicicletas y motocicletas eléctricas compartidas, ciclotaxis con pedaleo asistido, tranvías eléctricos y construcción de teleféricos.

► **Tabla 3. Principales proyectos urbanos de electromovilidad implementados entre 2018 y 2023 por entidad federativa**

Entidad	Proyecto
Ciudad de México	Compra y operación de 200 trolebuses de nueva generación.
	Incorporación de 900 bicicletas y 1 500 bicicletas eléctricas compartidas.
	Implementación de ciclotaxis con pedaleo asistido.
	Incorporación de 400 taxis eléctricos.
	1 500 motos eléctricas compartidas.
	Inauguración de dos líneas de cablebús (teleférico).
Estado de México	Teleférico (Mexicable), con cabinas que emplean energía solar y energía eléctrica.
	Proyección de un autobús de alta capacidad, tipo trolebús, en la zona de Chalco.
Nuevo León	Propuesta de tres corredores eléctricos, con 110 autobuses para conectar con el Sistema Metrorrey.
	Proyecto de Norma de Buses Eléctricos.

Entidad	Proyecto
Jalisco	Integración de buses eléctricos en la ruta del sistema Mi Macro Periférico.
	Desarrollo de proyectos de autobuses y vehículos eléctricos (en operación).
Yucatán	Puesta en marcha del sistema de tranvía eléctrico E-Tram.

Fuente: Elaboración propia, con datos de INEGI (2024).

La descarbonización del transporte público representa un desafío significativo, especialmente considerando que en algunas ocasiones es gestionado por entidades privadas. Este contexto exige el desarrollo de acciones coordinadas entre los sectores público y privado a fin de implementar soluciones efectivas y sostenibles. Es esencial que estas iniciativas incluyan un acompañamiento técnico adecuado que garantice la adopción de tecnologías limpias y eficientes y un financiamiento robusto que facilite la transición hacia modos de transporte con bajas emisiones de carbono.

Otro elemento importante es el crecimiento proyectado del transporte ferroviario, que fue reconocido, a través de una reforma al Artículo 28 constitucional, como área prioritaria para el desarrollo nacional. Con esta modificación, el Estado mexicano retoma el derecho de emplear las vías ferroviarias de la nación y de otorgar concesiones a empresas privadas o asignaciones a empresas públicas, a fin de implementar el servicio público de

transporte de pasajeros. Esta acción tiene impactos considerables en el empleo, tanto en su construcción como en su fabricación y operación. Además, el tren puede ser un potencial sustituto de los vuelos para viajes cortos, lo que reduciría el impacto ambiental.

En este sentido, recientemente se inauguró el Tren Maya, una línea férrea que conecta varias ciudades turísticas en el sureste del país, representando una opción más sustentable que el transporte carretero, considerando que el 46 por ciento del recorrido (690 kilómetros) utiliza trenes eléctricos; así como trenes híbridos en los 864 kilómetros (54 por ciento) restantes.

Otra opción poco explorada pero que ofrece importantes oportunidades en el marco de la electromovilidad es la adecuación de bicicletas. Esta alternativa podría permitir que muchas personas con escaso acceso a automóviles o transporte público dispongan de un medio de transporte ecológico y económico.



Fotografía: Gobierno de la Ciudad de México | Flota eléctrica de línea 3 (Metrobús).

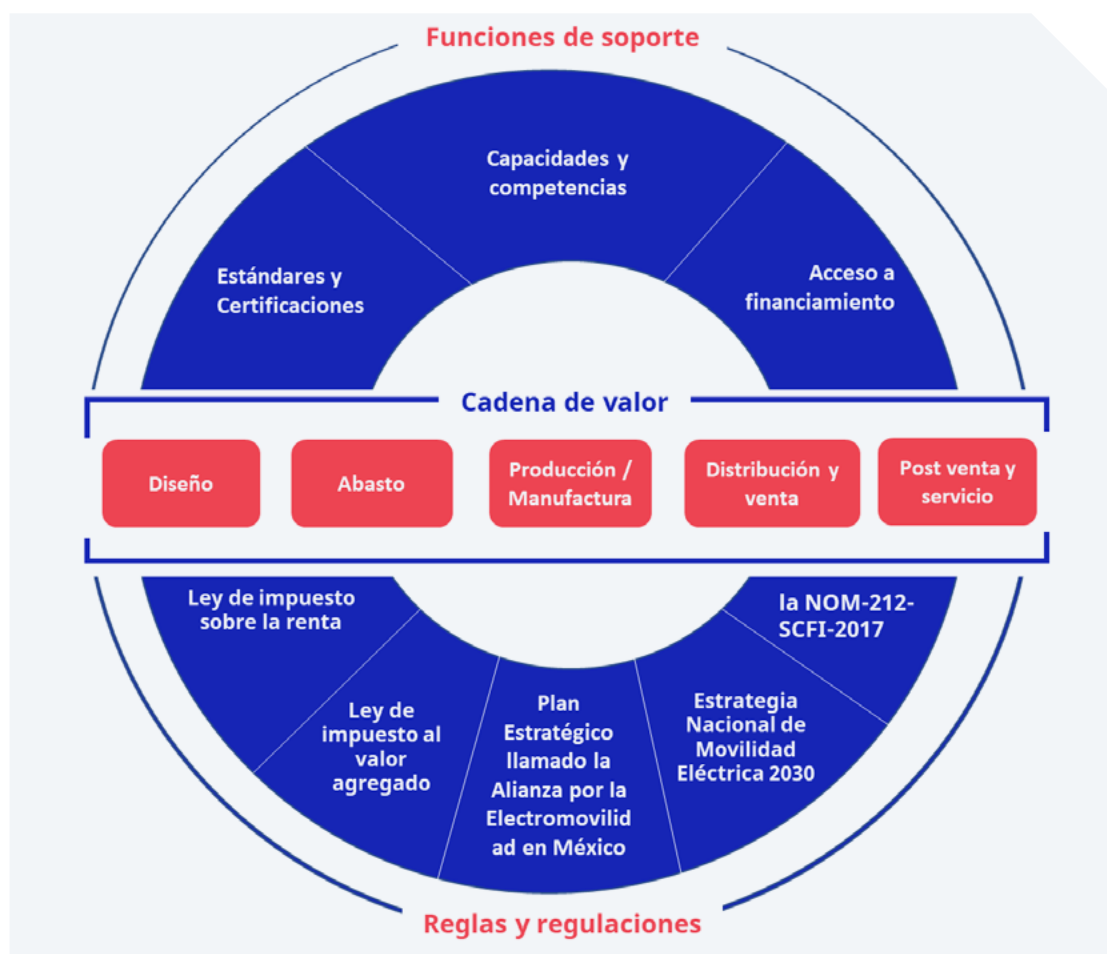
Sistema de Mercado



En esta sección se analizarán todos los elementos que comprenden al sistema de mercado, que abarca las transacciones de oferta y demanda que tienen lugar a lo largo de la cadena de valor, así como las "funciones de apoyo" y las "reglas y regulaciones" que rigen a las empresas y a los trabajadores que conforman dicha cadena. Este sistema no se limita únicamente a estas interacciones directas, sino que también tiene un alcance más amplio, pues los diversos actores de la cadena de valor no operan de manera aislada.

Su éxito comercial y las condiciones laborales en las que operan se ven influenciados tanto directa como indirectamente por factores que ocurren en su entorno económico, social y regulatorio. Es decir, el funcionamiento del sistema de mercado está interconectado y las acciones de un actor pueden tener repercusiones en otros, generando un efecto dominó en toda la cadena.

► Ilustración 1. Sistema de Mercado del sector electromovilidad



Fuente: Elaboración propia.

Cadena de valor

Diseño

En esta primera etapa de la cadena se crean los productos a manufacturar, tanto vehículos como sus componentes. Bajo una óptica de la manufactura sostenible, en este proceso se realizará el análisis de los materiales, ciclo de vida y evaluación del impacto ambiental del producto terminado, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final.

En este proceso se desarrolla la planificación de dos elementos esenciales: la implementación avanzada de ingeniería mecánica y eléctrica dentro de la estructura y los sistemas del vehículo y el desarrollo de software, implementando características como el piloto automático y la gestión de la batería. Por ello, se requiere personal técnico altamente capacitado y especializado en diseño automotriz, ciencias de los materiales y tecnología.

El diseño no es una actividad intensiva en mano de obra, por lo que no supone desafíos mayores en términos de desarrollo de habilidades o anticipación de la demanda de mano de obra. Además, en la mayoría de los casos, tiende a suceder mayormente en las casas matrices y no en México, salvo en el caso de marcas mexicanas como Zacua.

Abasto

Esta actividad consiste en la adquisición y suministro de materias primas y componentes necesarios para la producción de vehículos, incluyendo actividades como selección de proveedores, compra de materiales, gestión de inventarios y logística de transporte hasta las instalaciones de producción.

El abasto juega un rol crítico, ya que la huella de carbono de un producto incluye el proceso productivo y toda la cadena de suministros. En este sentido, el logro de reducciones significativas en el sector, o incluso la carbono neutralidad de un

producto, depende en gran medida de la existencia de suplidores que adopten la sostenibilidad en sus operaciones.

Históricamente, el sector ha desarrollado clústeres automotrices, es decir, una concentración geográfica de empresas, instituciones y organizaciones interrelacionadas que operan en el mismo sector o en sectores complementarios. Este conjunto incluye fabricantes de automóviles, proveedores de piezas y componentes, instituciones educativas, centros de investigación y desarrollo y entidades gubernamentales.

La adopción de objetivos de reducción de emisiones en la fabricación de vehículos supone la incorporación de nuevos materiales, entre los que destacan materiales reciclados y sostenibles como el cuero vegano, poliéster reciclado, algodón orgánico, fibras naturales y bio-resinas; junto con caucho reciclado obtenido de neumáticos usados (Lithia Motors, 2024). Esto puede significar la incorporación de nuevos proveedores a los clústeres automotrices, el desarrollo de nuevos clústeres (por ejemplo, para la fabricación de baterías) o la transformación drástica de algunos proveedores actuales.

Un elemento crítico en la etapa de abasto es la circularidad, requerida para acceder a material local a costo accesible. Por ejemplo, México es un importador neto de aluminio, cuya huella de carbono es alta. En medida que el aluminio pueda ser recuperado y procesado, los costos e impacto ambiental a su uso serán menores. Las baterías de litio son otro ejemplo relevante, ya que, como se mencionó anteriormente, tiene un alto potencial de reciclaje y su disposición inadecuada puede causar severos impactos ambientales.

Dada su capacidad de compra, las empresas del sector tienen la capacidad de incidir de manera muy representativa en la ecologización de sus proveedores de clúster a través de la implementación de Programas de Desarrollo de Proveedores. Estas iniciativas tienen como objetivo

brindar acompañamiento técnico e incluso financiero a proveedores en su proceso de transición, con el propósito de mejorar la calidad de los insumos y reducir la huella ambiental de los productos terminados.

Esta etapa también incluye la compra de unidades terminadas para la venta al público, lo que incluye marcas de vehículos eléctricos que no tienen producción en México (como BYD), motocicletas eléctricas, bicicletas eléctricas o equipos para la adaptación.

Producción / Manufactura

La fase de producción se destaca como el punto más contaminante dentro de la cadena de valor, al ser el escenario donde se ejecutan todos los procesos manufactureros y se incorporan la Integración de todos los componentes (chasis, carrocería, interior, sistemas eléctricos y electrónicos) en una línea de producción. Esta fase concentra la mayor necesidad de recursos humanos y resulta en la generación de una cantidad significativa de empleo.

Este sector también anticipa cambios profundos en la dinámica de empleo, resultado de la transición dual. Aunque no existen estimaciones sobre los cambios específicos en México, a nivel global se estima que las ocupaciones de metalurgia y soldadura disminuirán debido a la innovación de procesos; mientras que los trabajos relacionados con operadores y automatización incrementarían.

En consecuencia, existe tendencia de compañías multinacionales por reubicar sus procesos intensivos en mano de obra en países de bajo costo (lo que podría beneficiar a México). Por su parte, el proceso de descarbonización introduce un doble impacto que implica la creación y eliminación de empleos. Las pérdidas de empleo anticipadas dentro del sector automotriz están notablemente dirigidas a los trabajadores de la línea de ensamblaje y a los empleados de proveedores de piezas y componentes asociados con los motores de combustión interna (Brown, et al., 2021).

En un escenario optimista, se espera que la reducción de empleos se compense con el

aumento de la producción de baterías para vehículos eléctricos (BVE) y un aumento simultáneo en el empleo indirecto dentro de empresas de suministros sostenibles. Sin embargo, la efectiva reasignación de los trabajadores desplazados hacia la fabricación de BEV depende de las decisiones corporativas sobre la producción interna de baterías versus la importación y la localización geográfica de los sitios de fabricación de BVE. En México no existen aún sitios de producción de baterías, aunque BMW anunció recientemente la construcción de uno en el estado de San Luis Potosí, lo que aunado a los esfuerzos en exploración y procesamiento de litio podrían suponer un entorno optimista para la creación de empleo.

En esta fase se requiere de mano de obra intensiva y, si la producción es a gran escala, masiva. Se requiere personal especializado, incluyendo operarios de producción sostenible, personal técnico en mantenimiento, profesionales en ingeniería de procesos, analistas de datos y personal operativo. Entre los conocimientos necesarios se incluyen el manejo de sistemas de automatización industrial y robótica, uso y programación de robots para tareas específicas como ensamblaje, soldadura y pintura; y comprensión de tecnologías emergentes como la impresión 3D y el Internet de las cosas (IoT). Además, es fundamental el manejo y ensamblaje de baterías de iones de litio.

Para las empresas automotrices grandes, la adopción de prácticas de manufactura sostenible es un factor común. Sin embargo, como se mencionó con anterioridad, los suplidores tier 1, 2 y 3 tienen una brecha considerable en este sentido, enfrentando dificultades para garantizar que los insumos utilizados en su producción sean sostenibles y cumplan con los rigurosos estándares ambientales. Esto puede requerir un esfuerzo adicional para acceder a recursos y tecnologías limpias que les permitan operar de manera más sostenible.

El sector automotriz no será el único impactado. La adopción de modelos de transporte sostenible derivará en un

incremento en la producción de otros equipos de transporte como ferrocarriles, lo que significaría un incremento en la demanda de mano de obra para manufactura de equipos ferroviarios¹⁴. También se impactará la producción e instalación de sistemas eléctricos de pedaleo asistido en bicicletas, que se desarrolla a una escala mucho menor. Sin embargo, tiene un alto potencial en materia de desarrollo empresarial dado el enorme potencial de mercado.

Dado el alto impacto ambiental en esta etapa, es crucial proporcionar reentrenamiento de temas como eficiencia energética y producción sostenible, para personas involucradas en estos procesos. La implementación de tecnologías asociadas a la manufactura sostenible requerirá de personal especializado tanto a nivel profesional como operativo, aunque las ocupaciones y habilidades requeridas variarán significativamente según la industria, los procesos y las tecnologías involucradas.

Distribución y venta

El proceso de distribución y venta en el marco de esta cadena de valor hace referencia a los procesos requeridos para entregar de manera eficiente a empresas importadoras, concesionarios y consumidores finales. Si bien los impactos ambientales en esta etapa se reducen a las emisiones por concepto de transporte que variarán en dependencia de las distancias y volúmenes de producción, el proceso en sí es un elemento crítico que puede acelerar drásticamente la ecologización del sector.

Como se mencionó con anterioridad, existen múltiples incentivos en los mercados de exportación (particularmente en Estados Unidos de América) que facilitan la compra de vehículos eléctricos y, por tanto, influyen en un incremento en la demanda. Para el mercado doméstico existen también una serie de incentivos desarrollados en el

marco del Programa de Acción Climática 2030, que serán descritos en la sección de reglas y regulaciones del presente informe.

En materia de empleo, el incremento en la demanda de vehículos eléctricos no supone cambios significativos en el empleo, pues las personas se dedican a la comercialización pueden incorporar nuevos productos a sus portafolios con un entrenamiento básico para conocerlos.

Post venta y servicios

Esta etapa incluye las actividades vinculadas con el mantenimiento y las reparaciones de los vehículos, abarcando desde actualizaciones de software hasta el reemplazo de baterías u otros componentes.

Aunque ambos vehículos (eléctricos y de combustión) pueden ser reparados, existen diferencias considerables. La principal es que en los VE se opta por reemplazar módulos completos en lugar de reparar fallos específicos. Las baterías suelen reemplazarse en su totalidad y los motores eléctricos, aunque son menos propensos a fallar, también tienden a ser sustituidos cuando presentan problemas. La disponibilidad de piezas y la formación especializada de los técnicos influye en esta tendencia.

Además, las garantías ofrecidas por los fabricantes, que a menudo cubren la sustitución de componentes clave y los costos de servicio, mantenimiento y reparaciones de los autos eléctricos; son un 40 por ciento más bajos que los de vehículos de combustión (Tusker, 2023).

Una eventual sustitución de los vehículos de combustión interna supondría un notorio impacto en el empleo en la etapa de post venta y servicios. En la actualidad, hay más de 244 000 unidades económicas. La mayoría de ellas son MiPyMEs dedicadas a la reparación y mantenimiento de automóviles y camiones (INEGI, 2024)

¹⁴En México hay 44 unidades económicas dedicadas a la fabricación de equipo ferroviario que emplean a más de 20 000 personas con una producción bruta superior a 47 000 millones de pesos anuales (INEGI, 2019).

y que emplean a más de dos millones de personas (INEGI, 2024). En este sentido, se pronostica una disminución en la demanda de servicios y mantenimientos en la medida que avance la penetración de los vehículos eléctricos en el mercado, así como un cambio drástico en las habilidades requeridas por las personas dedicadas a esta actividad.

Funciones de soporte

Estándares y certificaciones

En México, actualmente no existen certificaciones específicas dedicadas exclusivamente a las empresas de electromovilidad. Sin embargo, existen múltiples certificaciones (públicas y privadas) que pueden resultar útiles para facilitar que las empresas proveedoras certifiquen sus procesos ambientales y, con esto, acceder a cadenas de suministro sostenibles o atraer inversión.

Desde el sector público, el estándar más conocido es la Certificación de Industria Limpia. Este certificado voluntario es otorgado por la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA) en el marco del Programa Nacional de Auditoría Ambiental. En él se reconoce a las industrias que superan las regulaciones mexicanas en temas de emisiones, residuos y agua.

Las empresas que obtienen el certificado tienen derecho a utilizar el logotipo del programa en sus productos y materiales promocionales, además de acceder a una serie de beneficios, reducción de tarifas en algunos trámites y servicios, prioridad en la obtención de permisos ambientales y reconocimiento público por su compromiso con el medio ambiente. La vigencia del certificado es de dos años con posibilidad de renovarlo. Adicionalmente, las instalaciones podrán seguir mejorando su nivel de desempeño, teniendo la posibilidad de alcanzar un reconocimiento de mayor jerarquía.

Para obtener el certificado de Industria Limpia, las empresas deben seguir un

proceso que incluye la realización de dos auditorías (una interna, diagnóstica y una externa) y la implementación de un plan de acción para mejorar el desempeño ambiental. El certificado evalúa el desempeño en áreas ambientales como cumplimiento de la legislación ambiental, prevención de la contaminación, uso eficiente de los recursos e implementación de un sistema de gestión ambiental.

Aunque este programa es una herramienta importante para promover la sustentabilidad ambiental en México, al cierre del 2023 menos de 100 empresas vinculadas con la cadena de valor del transporte habían obtenido este certificado (PROFEPA, 2024). Esta cantidad parece baja, considerando que en el país existen más de 3 600 unidades económicas (INEGI, 2019).

Los bajos niveles de certificación pueden atribuirse a varios factores: aunque es gratuito, los requisitos necesarios como la contratación de asesores y auditores suelen significar altos costos; y podría no representar un impacto significativo en el acceso a nuevos clientes, ya que las grandes empresas automovilísticas o tier 1 tienden a priorizar estándares de calidad internacional.

Además de las certificaciones nacionales, existe un amplio mercado de certificaciones internacionales que varían en función del sector y actividad, y que certifican que las empresas nacionales cumplen con los estándares globales de calidad, control y gestión ambiental. Esto es especialmente relevante para aquellas empresas que buscan exportar sus productos o vincularse con cadenas de suministro globales en el marco del nearshoring. Las certificaciones más utilizadas para estos fines en el sector son las conocidas como normas ISO.

¿Qué son las normas ISO?



Las normas ISO son un conjunto de estándares internacionales desarrollados y publicados por la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés). Están diseñadas para asegurar la calidad, seguridad y eficiencia de productos, servicios y sistemas en diversas industrias, buscando facilitar el comercio internacional, garantizar la calidad y seguridad de productos y servicios, y promover la innovación y la sostenibilidad.

A través de ellas se establecen especificaciones técnicas y criterios precisos para asegurar que materiales, productos, procesos y servicios sean adecuados para su propósito.

Estas normas son desarrolladas por comités técnicos formados por expertos de diferentes países que colaboran para crear normas basadas en la experiencia y las mejores prácticas globales. Las normas son revisadas y actualizadas periódicamente para adaptarse a nuevos desarrollos tecnológicos y necesidades del mercado.

Las certificaciones ISO abordan una amplia variedad de temas y sectores. En el marco de la manufactura sostenible, las más relevantes son:

- **Certificación ISO 9001:** Establece los requisitos de gestión de calidad para satisfacer las demandas de los clientes, certificando que una empresa tiene la capacidad de proporcionar productos y servicios que cumplen con las exigencias internas y externas de la organización.
- **Certificación ISO 14001:** Enfocada en desarrollar un Plan Integral de Gestión Ambiental que abarque metas, políticas y procedimientos destinados a minimizar los impactos en el ecosistema. Este estándar define responsabilidades, actividades de formación del personal, documentación y un sistema de control ambiental.
- **Certificación ISO 45001:** Establece límites para los riesgos y procesos de control en los sistemas de trabajo, con el propósito de salvaguardar la salud de los colaboradores y visitantes, previniendo accidentes y enfermedades en el lugar de trabajo.
- **Certificación ISO 2800:** Establece las especificaciones para un sistema

de gestión de la seguridad para la cadena de suministro, proporciona un marco para que las organizaciones de cualquier tamaño y sector de la industria implementen un sistema de gestión de la seguridad para su cadena de suministro.

A pesar de la disponibilidad de certificaciones de este tipo, su obtención implica un compromiso sustancial por parte de la alta dirección de una empresa, así como la asignación de considerables recursos de tiempo y capital, pues implica la realización de auditorías internas para verificar que el sistema cumple con los requisitos de la norma. Además, es necesario contratar los servicios de una entidad de certificación acreditada para llevar a cabo una auditoría externa. Una vez confirmado que se cumplen todos los requisitos establecidos en la normativa, la empresa obtendrá la certificación correspondiente.

No obstante, dado el impacto que tienen para acceder a clientes internacionales, su adopción suele ser más alta.

Capacidades y competencias

El desarrollo de capacidades en el marco de la transición dual y el nearshoring pone mucha presión al sistema educativo mexicano. Aunque cada año se gradúan

en México más de 110 000 técnicos e ingenieros, esta cifra resultará insuficiente para cubrir la demanda esperada de especialistas en el corto plazo. Esto es especialmente relevante debido a que las nuevas inversiones por recolocación de operaciones se concentran en clústeres tecnológicamente intensivos como el automotriz, el aeroespacial, el farmacéutico, así como los semiconductores y electrónicos (Del Castillo, 2023).

El Gobierno de México, a través del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER), ha establecido estándares de competencias y programas de formación enfocados en manufactura, electricidad y gestión del agua. Sin embargo, aún existe una amplia oportunidad de integrar cursos especializados en temas enfocados en la manufactura de vehículos eléctricos y baterías.

Desde el punto de vista de la educación formal, existen algunos programas de formación en Ingeniería en Electromovilidad, aunque son relativamente nuevos. También existe una amplia oferta de programas de posgrado enfocados a la electromovilidad, aunque están más orientados al entendimiento del sector y no tanto a los procesos de fabricación. Por su parte, los programas de Ingeniería en Transporte, Ingeniería Automotriz, Ingeniería en Sistemas Automotrices e Ingeniería Mecánica Automotriz han comenzado a incorporar algunos elementos de electromovilidad.

Algunas ocupaciones que experimentarán un cambio en la demanda vinculada con la

electrificación del sector son las vinculadas con la Ingeniería Química, ya que serán responsables de desarrollar nuevos diseños de baterías y sus procesos de fabricación, lo que representa un reto significativo. En el corto plazo, el reclutamiento de estos profesionales será complejo debido a la limitada oferta de ocupación. Además, el desarrollo de estas competencias no solo requiere un período considerable de formación académica, sino también de experiencia práctica en centros de estudio y laboratorios especializados.

Sin embargo, esta situación también puede ser vista como una oportunidad para el reentrenamiento y transición ante una eventual baja en la demanda en personas que actualmente trabajan en el sector petroquímico.

En lo que respecta a la formación técnica, la oferta muestra diferencias en función de la región. En zonas altamente industrializadas, con presencia de clústeres automotrices, suelen existir mecanismos de diálogo entre el sector empresarial y las instituciones de formación técnica que permiten la actualización de contenidos.

Sin embargo, un elemento que ha puesto presión sobre la formación de personas técnicas es la falta de programas públicos de formación dual, mecanismo de formación que se ha probado eficaz en el pasado. Con la entrada del programa “Jóvenes construyendo el futuro”¹⁵, los recursos tuvieron que ser redistribuidos y el programa nacional de formación dual perdió financiamiento.

¿Qué es la educación dual?

La educación dual es un modelo educativo que combina la formación teórica en instituciones educativas con la formación práctica en centros de trabajo. En el contexto de manufactura, este tipo de modelos se aplican en programas de formación técnica que incluyen prácticas en empresas.



¹⁵ Este es un programa federal a través del cual los centros de trabajo permiten que jóvenes se empleen como aprendices por hasta doce meses recibiendo un salario (subsidiado por el estado), los requisitos para participar en este programa es tener entre 18 y 29 años y no estar estudiando ni trabajando.

Jóvenes Construyendo el Futuro es un programa federal a través del cual los centros de trabajo emplean a personas jóvenes como aprendices hasta por un año, recibiendo un salario subsidiado por el Estado. Los requisitos para participar en este programa son tener entre 18 y 29 años y no estar estudiando ni trabajando. Si bien en teoría las personas beneficiarias del programa pudieran ayudar a disminuir la demanda actual y futura en el sector, la mayoría de las personas beneficiarias del programa no cumplen los prerrequisitos académicos (como estudios técnicos) necesarios para ocupar puestos en la industria.

Acceso a financiamiento

El financiamiento es un factor crítico que impacta en varios sentidos de la cadena de valor. La disponibilidad de incentivos financieros y créditos para la adquisición de vehículos facilita la adopción e incrementa la demanda del sector; mientras que la disponibilidad de financiamiento es una herramienta crítica para acompañar a las empresas proveedoras del sector a ecologizar sus procesos y operaciones. En esta sección se analizarán ambos abordajes.

En materia de mecanismos de financiamiento al consumo, existen diversos incentivos a los vehículos particulares que forman parte de la electromovilidad, incluyendo descuentos en casetas de cobro en carreteras federales, exención del pago del Impuesto Federal Sobre Automóviles Nuevos (ISAN) y deducción del Impuesto Sobre la Renta (ISR) de la depreciación de vehículos eléctricos para cualquier contribuyente.

Además, se permite la deducción de hasta el 25 por ciento del ISR en inversiones en bicicletas convencionales, bicicletas y motocicletas con propulsión a través de baterías eléctricas recargables, así como la deducción de hasta 285 pesos diarios por automóvil del ISR por el uso temporal de autos eléctricos o híbridos.

Asimismo, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) ofrece la instalación

gratuita de medidores para estaciones de carga en hogares, y se otorga exención del pago del impuesto anual de tenencia en varios estados por los primeros cinco años, con un descuento del 50 por ciento en los cinco años posteriores.

Los vehículos híbridos y eléctricos están exentos de la verificación vehicular y de las restricciones del programa "Hoy No Circula" en la Zona Metropolitana del Valle de México y se eximen los impuestos de importación y exportación para vehículos pesados.

Diferentes programas estatales específicos también proporcionan incentivos como un bono de renovación para taxis híbridos y eléctricos en la Ciudad de México y un programa de fomento al transporte de mercancías con bajas y cero emisiones, que incluye un bono de renovación de hasta 500 000 pesos mexicanos para vehículos eléctricos. Estos incentivos buscan fomentar la adopción de vehículos eléctricos y formas de transporte sostenible, reduciendo costos y contribuyendo a la mejora ambiental (AMIA, 2023).

En materia de financiamiento a proyectos ambientales, en México se ha establecido el Consejo Consultivo de Finanzas Climáticas (CCFC), una iniciativa tiene como objetivo facilitar el diálogo sobre temas relacionados con el mercado, las regulaciones y los mandatos de inversión, con la meta de generar incentivos que impulsen activamente el desarrollo del mercado de proyectos verdes en el país. Este consejo representa un paso significativo hacia la creación de un marco financiero que promueva la transición hacia una economía más sostenible y resistente al cambio climático.

Otro mecanismo para acceder a financiamiento es la venta de instrumentos bursátiles. En este sentido, las empresas que cotizan en bolsa están obligadas a presentar reportes sobre su desempeño ambiental, impacto social y gobierno corporativo (ASG). También existen regulaciones que establecen de manera concreta los indicadores a presentar, de tal modo que puedan

ser comparables. Esto resulta prometedor, considerando el incremento en el apetito por parte del mercado de inversiones responsables y considerando el entorno para la inversión optimista que promete el nearshoring.

A pesar de la existencia de mecanismos de apoyos financieros, la oferta de estos en el mercado sigue siendo limitada, sobre todo para las PyMEs. El grueso del financiamiento viene de la banca tradicional, y a pesar de que los bancos toman en consideración la sustentabilidad del proyecto en el proceso de análisis y autorización de créditos, en la mayoría de los casos las condiciones de este no se ven afectadas por el hecho de ser una empresa dedicada a una actividad sostenible (OIT, 2021).

Reglas y regulaciones

El marco legal existente es apenas un conjunto de iniciativas, leyes y normas adaptables que, de manera aislada, y con objetivos y alcances limitados, apoyan eventualmente la transición hacia la electromovilidad en el país.

Por ejemplo, dentro de la Ley de Impuesto Sobre la Renta se otorga un crédito fiscal equivalente al 30 por ciento del monto de las inversiones realizadas en equipos de alimentación para vehículos eléctricos durante el ejercicio fiscal correspondiente, siempre que estén conectados y sujetos de manera fija en lugares públicos. Este crédito se puede aplicar contra el impuesto sobre la renta a cargo en el ejercicio en que se determine.

Asimismo, dentro de la Ley de Impuesto al Valor Agregado, en su Artículo 41, se establece la exención de impuestos locales o municipales sobre automóviles eléctricos, favoreciendo así su adopción y promoviendo la transición hacia una movilidad más sostenible.

Además de los incentivos fiscales y las estrategias de movilidad eléctrica, se han desarrollado diversas normas para asegurar un manejo sostenible dentro del sector de los vehículos eléctricos. Un ejemplo es la NOM-212-SCFI-2017, que establece los parámetros para el manejo sustentable de pilas

y baterías en el país. Esta norma es crucial para el desarrollo sostenible del sector automotriz eléctrico, ya que aborda uno de los principales desafíos ambientales asociados a la gestión de las baterías.

La estructura y el contenido del marco regulatorio actual no han logrado plasmar con claridad las condiciones y reglas del juego, pues existen muchos huecos en cuanto a normatividad y reglas secundarias para cada sector en específico, así como la falta de visión a mediano y largo plazo. En este contexto, el desarrollo en materia legal aún se encuentra en distintos niveles de avance.

En materia de comercialización de electricidad el avance es importante. La implementación de reglas de operación y normatividad aún están en un estado de indefinición, lo que puede generar cierta incertidumbre en los inversionistas nacionales y extranjeros, quienes necesitan reglas claras para llevar a cabo sus planes y proyectos con la mayor certeza posible.

Sin embargo, se ha observado voluntad política por parte del gobierno. Como parte de las acciones priorizadas, en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PSMARN) se establece la elaboración de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica 2030 (ENME) para impulsar y posicionar a nivel nacional la movilidad eléctrica como una alternativa viable y sostenible, con el fin de promover la mitigación de GEI y carbono negro en el sector transporte (acción puntual 2.2.1).

Esto implica la implementación de proyectos de infraestructura ferroviaria para el transporte de pasajeros (acción puntual 2.2.4) y la promoción de proyectos de transporte público y de carga local de bajo carbono (acción puntual 2.2.6). Estas actividades tienen impactos considerables en el empleo, tanto en la creación de nuevos puestos derivados de los nuevos proyectos de infraestructura ferroviaria, como en el reentrenamiento de personal dedicado a la operación y mantenimiento del transporte público.

Por otro lado, el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) también propone



Fotografía: Selená López Arce | Metro de la Ciudad de México.

el desarrollo de tecnologías críticas para la electromovilidad (acción puntual 2.1.4), lo que significa una profunda transformación en los procesos productivos del sector, considerando que México tiene relevancia en la industria automotriz global. En este sentido, se anticipan cambios en las ocupaciones demandadas y una profunda necesidad de reentrenamiento en las empresas de manufactura automotriz.

Sumado a ello, se establece un Plan Estratégico llamado Alianza por la Electromovilidad en México, con el fin de promover la adopción de la electromovilidad en el país por medio de propuestas y conceptos que ayuden a plantear soluciones integrales para la aplicación de la transición energética hacia la electromovilidad en toda la cadena de suministro.

Potencial de generación de empleo verde



La electrificación del sector impactará el empleo en dos direcciones: creación de nuevos puestos de trabajo derivados de la instalación de fábricas dedicadas exclusivamente a la producción de vehículos eléctricos, y transformación de las empresas existentes a la producción de autos eléctricos.

En este sentido, bajo un escenario conservador donde apenas el 30 por ciento de los empleos directos del sector estén dedicados a la producción de vehículos eléctricos, el potencial de creación de empleo ascendería a 279 000 empleos, sin contar los más de 7 000 nuevos puestos que anticipa la operación de nuevas plantas dedicadas a la producción de vehículos eléctricos que se encuentran actualmente en construcción.

El empleo en el sector tiende a ofrecerse en condiciones de trabajo decente. En el subsector de Fabricación de Equipos de Transporte el 98,7 por ciento del empleo es formal, mientras que en el subsector de Comercio al por Menor de Vehículos de Motor el porcentaje es de 73,4 por ciento (INEGI, 2023). También existe una representación equitativa de mujeres en puestos de trabajo, representando el 42 por ciento de las personas ocupadas en el subsector de Fabricación de Equipos de Transporte y el 27,7 en el subsector de Comercio al por Menor de Vehículos de Motor (INEGI, 2023).

Sin embargo, esta participación no es transversal en ambos subsectores, ya que las mujeres ocupan el 31,9 por ciento de las posiciones de personal administrativo contable y de dirección en empresas grandes del subsector de Fabricación de Equipos de Transporte y el 52,5 por ciento en el de

Comercio al por Menor de Vehículos de Motor (INEGI, 2019).

Ambos sectores muestran disparidad salarial, en el caso del sector Fabricación de Equipos de Transporte, el salario de los hombres es 14,7 por ciento superior a las mujeres, mientras que en el sector de Comercio al por Menor de Vehículos de Motor la diferencia es de 24 por ciento (INEGI, 2023).

En esta actividad también se muestra una alta proporción de empleo juvenil, pues el porcentaje de personas trabajadoras con edades entre 15 y 24 años es superior al porcentaje de personas en este mismo rango de edad en la población económicamente activa (16 por ciento). En el caso del subsector de Fabricación de Equipos de Transporte, el empleo juvenil constituye el 22 por ciento, mientras que en el subsector de Comercio al por Menor de Vehículos de Motor representa el 17 por ciento (INEGI, 2023).

Esta actividad emplea a una amplia variedad de ocupaciones. A continuación, se presentan algunos datos generales sobre los grupos ocupacionales mayormente vinculados con este sector, cuyo análisis brinda una perspectiva sobre la caracterización de la oferta laboral.

Profesionales de las ciencias y de la ingeniería

Las personas ocupadas en este grupo realizan investigaciones, mejoran o desarrollan conceptos, teorías y métodos operativos; o aplican conocimientos científicos relacionados con campos como la física, astronomía, meteorología, química, geofísica, geología, biología, ecología, matemáticas, estadísticas, arquitectura, ingeniería, diseño y tecnología.

Algunas de las ocupaciones comunes de este grupo en el sector son física, química y afines;

matemáticas, actuaría y estadística; ciencias biológicas, ingeniería, ingeniería en electrotecnología, arquitectura, urbanismo, agrimensura y diseño.

El 74 por ciento de las personas ocupadas en este grupo son hombres, y apenas el 8 por ciento son personas jóvenes. Existe un alto nivel de formalidad, pues solo el 20 por ciento de las personas ocupadas tienen

empleo informal, aunque este porcentaje es mayor en personas jóvenes (30 por ciento). En promedio, las personas ocupadas laboran 44,9 horas a la semana. Sin embargo, existen algunas disparidades entre los principales grupos, el número de horas trabajadas por los hombres (45,6) es mayor al de las mujeres (42,7) y las personas jóvenes (42,4).

► **Tabla 4. Principales indicadores laborales de profesionales de las ciencias y la ingeniería**

Población	Personas ocupadas (Miles)	Empleo informal (%)	Horas trabajadas promedio semanal
Total	790,3	20	44,9
Hombres	587,9	19	45,6
Mujeres	202,3	23	42,7
Jóvenes (15-24 años)	68,1	30	42,4

Fuente: Elaboración propia, con datos de INEGI (2024).

Profesionales de las ciencias y la ingeniería de nivel medio

En este grupo, las personas ocupadas realizan investigaciones, mejoran o desarrollan conceptos, teorías y métodos operativos; o aplican conocimientos científicos relacionados con campos como la física, astronomía, meteorología, química, geofísica, geología, biología, ecología, matemáticas, estadísticas, arquitectura, ingeniería, diseño y tecnología. En este grupo, algunas de las ocupaciones más comunes son técnicos en ciencias físicas y en ingeniería, supervisores en ingeniería de minas, de industrias manufactureras y de la construcción; técnicos en

control de procesos y técnicos y profesionales de nivel medio en ciencias biológicas y afines.

El 84 por ciento de las personas ocupadas en este grupo son hombres y apenas el 11 por ciento son personas jóvenes. Gozan de un alto nivel de formalidad, con apenas el 24 por ciento de las personas ocupadas en empleo informal, aunque este porcentaje es mayor en personas jóvenes (26 por ciento).

En promedio laboran 47,5 horas a la semana. Sin embargo, el número de horas trabajadas por los hombres (48,0) es mayor al de las mujeres (44,9) y las personas jóvenes (46,0).

► **Tabla 5. Principales indicadores laborales de profesionales de las ciencias y la ingeniería de nivel medio**

Población	Personas ocupadas (Miles)	Empleo informal (%)	Horas trabajadas promedio semanal
Total	980,1	24	47,5
Hombres	823,3	26	48,0
Mujeres	156,8	12	44,9
Jóvenes (15-24 años)	112,8	26	46,0

Fuente: Elaboración propia, con datos de INEGI (2024).

Trabajadores especializados en electricidad y la electrotecnología

Las personas ocupadas en este grupo realizan tareas relacionadas con instalación, mantenimiento y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos. Destacan instaladores y reparadores de equipos eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones como las ocupaciones más comunes.

El 98 por ciento de las personas ocupadas del grupo son hombres y apenas el 9 por

ciento son personas jóvenes. En contraste, el grupo se caracteriza por un alto nivel de informalidad, con el 49 por ciento de las personas ocupadas en esta modalidad, permaneciendo en aumento en las personas jóvenes, con un 43 por ciento. En promedio, las personas ocupadas en este grupo laboran 44,9 horas a la semana; aunque las horas trabajadas por hombres (45,6) es mayor al de las mujeres (42,7) y las personas jóvenes (42,4).

► **Tabla 6. Principales indicadores laborales de trabajadores especializados en electricidad y la electrotecnología**

Población	Personas ocupadas (Miles)	Empleo informal (%)	Horas trabajadas promedio semanal
Total	483,5	49	44,9
Hombres	473,9	19	45,6
Mujeres	9,6	23	42,7
Jóvenes (15-24 años)	43,9	30	42,4

Fuente: Elaboración propia, con datos de INEGI (2024).

Personas operadoras de instalaciones y máquinas y ensambladores

En este grupo, las personas ocupadas controlan y operan maquinaria y equipos especializados utilizados en el proceso de fabricación, incluyendo máquinas de corte, soldadura, conformado, perforación, frezado, entre otras.

Los operadores de instalaciones, máquinas y ensambladores deben tener una buena coordinación mano-ojo y habilidades mecánicas, así como conocimientos básicos de electricidad, hidráulica y neumática.

Algunas de las ocupaciones comunes de este grupo en el sector son personas operadoras de instalaciones mineras, de extracción y procesamiento de minerales, de instalaciones de procesamiento y recubridoras de metales, de instalaciones y máquinas de productos químicos y fotográficos, de maquinas

para fabricar productos de caucho, papel y material plástico; de máquinas para fabricar productos textiles y artículos de piel y cuero, de máquinas para elaborar alimentos y productos afines, de instalaciones para la preparación de papel y de procesamiento de la madera, y de máquinas e instalaciones fijas.

El 62 por ciento de las personas de este grupo son hombres, y solo el 19 por ciento son personas jóvenes. Los niveles de formalidad son altos, con apenas el 21 por ciento de informalidad; aunque el porcentaje es mayor en las personas jóvenes (23 por ciento). En promedio, las personas ocupadas en este grupo laboran 47,3 horas a la semana, aunque existen algunas disparidades entre los principales grupos: el número de horas trabajadas por los hombres (48,7) es mayor al de las mujeres (44,9). En su estado de informalidad, los jóvenes tienden a trabajar más horas (46,9).

► **Tabla 7. Principales indicadores laborales de personas operadoras de instalaciones y máquinas y ensambladores**

Población	Personas ocupadas (Miles)	Empleo informal (%)	Horas trabajadas promedio semanal
Total	1 753,9	21	47,3
Hombres	1 093,9	21	48,7
Mujeres	659,9	20	44,9
Jóvenes (15-24 años)	337,5	23	46,9

Fuente: Elaboración propia, con datos de INEGI (2024).

Personas ensambladoras

Las personas de este grupo, también conocidos como montadores o mecánicos ensambladores, son profesionales encargados de ensamblar componentes para crear productos finales, como maquinaria, equipos electrónicos, dispositivos, muebles y otros artículos manufacturados. En esta ocupación es importante tener habilidades manuales y de coordinación ojo-mano excepcionales, así como la capacidad de leer

y comprender instrucciones técnicas. También deben ser meticulosos y prestar atención a los detalles para garantizar la calidad del producto final.

Comúnmente, estas personas son ensambladoras de maquinaria mecánica, equipos eléctricos y electrónicos y no clasificados bajo otros epígrafes.

El 54 por ciento de ellas son mujeres y 24 por ciento son personas jóvenes. Existe un alto nivel de formalidad, pues apenas el 1

por ciento de las personas ocupadas tienen empleo informal, aunque este porcentaje es un poco mayor en los jóvenes (2 por ciento). En promedio, las personas ocupadas en este grupo laboran 45,9 horas a la semana.

Sin embargo, existen algunas disparidades entre los principales grupos, pues el número de horas trabajadas por los hombres (46,4) es mayor al de las mujeres (45,5) y las personas jóvenes (45,3).

► **Tabla 8. Principales indicadores laborales de personas ensambladoras**

Población	Personas ocupadas (Miles)	Empleo informal (%)	Horas trabajadas promedio semanal
Total	870,9	1	45,9
Hombres	394,9	2	46,4
Mujeres	476,0	1	45,4
Jóvenes (15-24 años)	214,6	2	45,3

Fuente: Elaboración propia, con datos de INEGI (2024).

Peones de la minería, la construcción, la industria manufacturera y el transporte

En este grupo se realizan tareas manuales rutinarias y de simple ejecución en sus respectivos sectores, por lo que suelen requerir esfuerzo físico considerable y el uso de herramientas manuales simples. Algunas de las ocupaciones comunes de este grupo en el sector son peones de la minería y la construcción, de la industria

manufacturera y del transporte y almacenamiento. El 81 por ciento de las personas ocupadas en este grupo son hombres y el 35,3 por ciento son personas jóvenes. En contraste, se presenta un alto nivel de informalidad con un 72 por ciento, que tiende a ascender en los jóvenes con un 79 por ciento de informalidad. En promedio se laboran 44,9 horas a la semana. Sin embargo, existen algunas disparidades entre los principales grupos: el número de horas trabajadas por los hombres (45,9) es mayor al de las mujeres (41) y las personas jóvenes (43,6).

► **Tabla 9. Principales indicadores laborales de peones de la minería, la construcción, la industria manufacturera y el transporte**

Población	Personas ocupadas (Miles)	Empleo informal (%)	Horas trabajadas promedio semanal
Total	3 786,6	72	44,9
Hombres	3 068,0	77	45,9
Mujeres	718,5	52	41,0
Jóvenes (15-24 años)	1 337,92	79	43,6

Fuente: Elaboración propia, con datos de INEGI (2024).

Ocupaciones demandadas en el sector

El desarrollo del sector en México dependerá de la disponibilidad de una amplia variedad de ocupaciones, tanto administrativas como

técnicas. No obstante, existen algunos perfiles que destacan por su demanda proyectada y la complejidad en el desarrollo de las habilidades y competencias requeridas para realizar sus tareas.

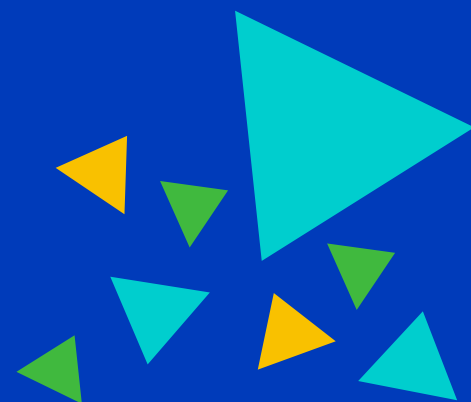
► **Tabla 10. Puestos y habilidades demandados en el sector**

Perfiles	Descripción
Especialistas en ingeniería	Este tipo de perfiles son la base para la instalación, operación y mantenimiento de tecnologías que soporten procesos sostenibles como plantas de generación, tratamiento de agua, dispositivos de control de emisiones, filtros de gases, entre otros. Este tipo de perfiles requieren un conocimiento avanzado y, aunque su disponibilidad en el mercado es relativamente alta (20 por ciento de las personas graduadas universitarias en México son profesionales de ingeniería), de acuerdo con las entrevistas realizadas en el marco de esta investigación, existe mucha demanda por el crecimiento de la actividad manufacturera. Como formación base estos puestos requieren ingeniería y entrenamientos específicos en las tecnologías propias de sus actividades económicas, aunque destaca la necesidad de formación en habilidades transversales como calidad, ingeniería ambiental y principios de manufactura sostenible.
Especialistas en ingeniería química	Como se mencionó con anterioridad, este tipo de perfiles son fundamentales para optimizar la producción de baterías, desde la síntesis de materiales activos hasta el ensamblaje y la gestión del ciclo de vida de la batería, e incluso su reciclaje. Estos profesionales requieren un conocimiento avanzado en áreas como electroquímica, ciencia de materiales e ingeniería de procesos. La disponibilidad de personas graduadas de química o ingeniería química en el mercado es relativamente baja, en comparación con otras especialidades de ingeniería. Para desempeñar estos roles se requiere una sólida formación profesional en química o ingeniería química, complementada con entrenamientos específicos en tecnologías relacionadas con la fabricación de baterías y eficiencia energética.

Perfiles	Descripción
Personal técnico en servicio y mantenimiento de vehículos eléctricos	Si bien se estima que en la medida que incremente la adopción de vehículos eléctricos podría disminuir la demanda de personal técnico en mantenimiento, también es importante mencionar que las habilidades requeridas para este tipo de perfil distan mucho de las que se requieren para el mantenimiento de vehículos de combustión, requiriendo habilidades y conocimientos en mecánica tradicional, manejo de fluidos y sistemas de combustión interna a capacitación en electrónica, sistemas de gestión de baterías, seguridad en el manejo de sistemas de alto voltaje y dominio de software especializado para diagnosticar y actualizar sistemas eléctricos.
Especialistas en compras sostenibles	La implementación de principios de programas de desarrollo de proveedores orientados a la ecologización de la cadena de valor modificará significativamente las habilidades requeridas en las ocupaciones dedicadas al abastecimiento industrial. Los profesionales de este campo necesitan una comprensión profunda de las certificaciones y normativas ambientales, así como de las habilidades en la evaluación de proveedores, basadas en criterios de sostenibilidad. Además, deben ser competentes en la gestión de la cadena de suministro con un enfoque en la reducción de emisiones y residuos, lo que incluye conocimientos en logística sostenible y eficiencia energética. La capacidad para analizar y asegurar la trazabilidad de los materiales, junto con habilidades en la negociación para fomentar prácticas laborales justas y responsables, es crucial.
Especialistas en economía circular	Este perfil es clave para impulsar el consumo de productos en el mercado bajo los criterios de sostenibilidad. La capacitación requerida para formar a este tipo de profesionales es amplia y abordará conceptos clave como el análisis de ciclo de vida, logística inversa o ciencias de los materiales, por lo que es importante que las personas de estos puestos cuenten con formación profesional previa, idealmente en áreas vinculadas con las ciencias ambientales, ingeniería, diseño y administración de procesos industriales. Además, deberán poseer competencias transversales como el análisis crítico y gestión de proyectos.
Profesionales de la ingeniería ambiental	Responsables de evaluar y mitigar el impacto ambiental de los procesos productivos, incluyendo la elaboración de auditorías ambientales, estrategias y planes de gestión ambiental y cumplimiento. Deben estar capacitados en técnicas de evaluación de impacto ambiental, gestión de residuos, y sostenibilidad, con formación base ideal en ingeniería o ciencias ambientales; aunque es posible formar en estas áreas a otros profesionales de la ingeniería o ciencias, como profesionales de la ingeniería química o agronomía. También deben poseer competencias en análisis crítico, solución de problemas, y comunicación efectiva.

Fuente: Elaboración propia, basada en consultas con especialistas y representantes del sector.

Análisis de limitaciones de mercado y causas subyacentes



El análisis de la cadena de valor y las funciones de soporte, contextualizado con la estructura del sector, permite identificar algunos cuellos de botella que limitan el desarrollo eficiente del sistema de mercado.

El objetivo de esta sección es identificar sus causas subyacentes, lo que permitirá desarrollar recomendaciones para realizar cambios sistémicos y abordar dichas causas.

► **Tabla 11. Principales limitantes de mercado vinculadas con los empleos verdes y la transición justa**

Limitantes de mercado	Causas subyacentes
Baja adopción de prácticas sostenibles en suplidores del sector automotriz	• Altos costos en adquisición de tecnologías • Aunque el financiamiento bancario toma en consideración la sustentabilidad, en su mayoría sus condiciones crediticias no se ven afectadas al ser una empresa dedicada a una actividad sostenible. • Dificultad para acceder a mano de obra especializada. • Bajo nivel de fiscalización en normas ambientales.
Escasez de mano de obra para hacer frente al crecimiento del sector	• Cantidad ineficiente de personas graduadas en áreas afines a la industria, ante los pronósticos de demanda de mano de obra. • Pérdida de financiamiento de los esfuerzos de formación dual que se han mostrado eficientes para el desarrollo del sector.
Falta de infraestructura para la adopción masiva de sistemas de transporte eléctrico (públicos y privados)	• Falta de mecanismos institucionales para el desarrollo de programas de acompañamiento técnico y financiero para la ecologización del transporte público, operado por privados. • La limitada estructura de carga restringe la adopción y crecimiento del sector.

Recomendaciones



En esta última sección se describirán algunas recomendaciones de intervención sistémica que atiendan las causas subyacentes de las limitantes de mercado, analizadas en la sección anterior. También se identificarán potenciales actores clave en la intervención.

1. Desarrollar mecanismos de mercado que promuevan la ecologización del sector

Actividades

- Incorporar elementos y criterios en la certificación de Industria Verde, que incluyan los impactos en la cadena de valor y promuevan la implementación de programas de desarrollo de proveedores.
- Elaborar programa de acompañamiento en el diseño de Planes Gestión Ambiental en línea con los requerimientos del programa de Industria Limpia, o estándares internacionales demandados por el sector.
- Organizar una feria virtual o presencial por gobiernos estatales y clústeres locales para conectar proveedores de tecnologías relacionadas a la manufactura sostenible (incluidos productos sustitutos de contaminantes como la piel vegana) orientados a empresas suplidoras del sector.
- Promover el emprendimiento en el sector, a través de programas de incentivos y guías de modelo de negocio.
- Desarrollar mecanismos de cooperación público-privada para la actualización, mantenimiento y ecologización del transporte público

Actores claves para la intervención

- | | |
|------------|-------------------------|
| • CONCAMIN | • SEMARNAT |
| • COPARMEX | • Gobiernos municipales |
| • STPS | • Gobiernos estatales |

2. Fortalecer la oferta de productos financieros orientados a la ecologización de empresas suplidoras

Actividades

- Crear espacios de interlocución entre el sector financiero, autoridades federales y locales en materia industrial (incluidas las PyMEs) y asociaciones del sector para el diseño de productos óptimos en materia de financiamiento para la transición.
- Explorar opciones de desarrollo de incentivos fiscales estatales, orientados a la compra de equipo y maquinaria para generación de energías renovables para PyMEs.

Actores claves para la intervención

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| • CONCAMIN | • SEMARNAT |
| • COPARMEX | • Gobiernos municipales |
| • Secretaría de Economía | • Gobiernos estatales |

3. Fortalecer el desarrollo de habilidades en materia de electromovilidad

Actividades

- Desarrollar normas de competencias relacionadas con la electromovilidad.
- Fortalecer la oferta de capacitación técnica, con enfoque en sistemas productivos sustentables, garantizando la inclusión de grupos vulnerables (mujeres, personas jóvenes, personas migrantes, pueblos y comunidades indígenas y afro mexicanas).
- Crear espacios de diálogo entre academia, gobiernos estatales y el sector empleador, para revisar la pertinencia de los planes de estudio y transversalizar elementos de electromovilidad a lo largo de los programas de formación profesional asociados con la ingeniería.
- Fortalecer y ampliar el programa de formación técnica dual como una iniciativa a nivel nacional.
- Desarrollar programas de recapitación en electromovilidad para profesionales del sector petroquímico.
- Diseñar programa formativo orientado a prestadores de Servicios de Desarrollo Empresarial (SDE), con enfoque en el fortalecimiento de capacidades en materia de implementación de prácticas de sustentabilidad. Se sugiere el uso de metodologías propias de OIT como "Mi negocio verde" o "SCORM".
- Fortalecer las capacidades de prestadores de SDE (públicos y privados) para el acompañamiento en el diseño e implementación de programas de desarrollo de proveedores y planes de gestión ambiental, (en línea con la certificación de Industria Limpia).

Actores claves para la intervención

- | | |
|------------|-------------------------|
| • CONCAMIN | • SEMARNAT |
| • COPARMEX | • Gobiernos municipales |
| • STPS | • Gobiernos estatales |

4. Desarrollar las capacidades de los actores del mundo del trabajo para incorporar la perspectiva de género en las contrataciones del sector

Actividades

- Implementar un programa de capacitación sobre inclusión de género en el sector de electromovilidad, dirigidos a representantes de las empresas y responsables de las áreas de gestión humana y contratación.
- Crear espacios de diálogo, organización y networking para mujeres empresarias y trabajadoras del sector, con el propósito de identificar potenciales áreas de acción para incrementar la participación de mujeres en el mismo.
- Crear programas de pasantías o mentorías para estudiantes mujeres de las áreas de ingeniería y medio ambiente, o bien, bachilleratos técnicos en producción, en colaboración con la academia.
- Implementar mecanismos que incentiven la participación de mujeres en programas formativos del sector como becas, estímulos o medidas de acción afirmativa.
- Fomentar la participación de empresas constructoras en el programa Jóvenes Construyendo el Futuro.

Actores claves para la intervención

- | | |
|------------|-------------------------|
| • CONCAMIN | • SEMARNAT |
| • COPARMEX | • Gobiernos municipales |
| • STPS | • Gobiernos estatales |

Referencias

- ACEA. "Motor vehicle production, by world region". ACEA, 1 de mayo de 2023. <https://www.acea.auto/figure/motor-vehicle-production-by-world-region/>
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA). "La Industria Automotriz en México". Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, s.f. https://www.amia.com.mx/publicaciones/industria_automotriz/
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA). "Recomendaciones para una Política Nacional de Electromovilidad". Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, 2023. https://www.amda.mx/wp-content/uploads/amia_estudio-completo_230911.pdf
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA). "Transición a la electromovilidad en México". Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, s.f. <https://www.amia.com.mx/wp-content/uploads/2022/03/electromovilidad28022022-V2.pdf>
- Automotive Technology. "Innovations in Electric Vehicle Components and Sustainability". Automotive Technology, s.f. <https://www.automotive-technology.com/articles/innovations-in-electric-vehicle-components-and-sustainability#:~:text=The%20sustainability%20journey%20of%20electric,based%20composites%2C%20in%20vehicle%20production>
- Behrendt, A, R Moya-Quiroga, R Retting, y F Soubien. "Amid disruption, automotive suppliers must reimagine their footprints". McKinsey & Company, 19 de abril de 2022. <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/amid-disruption-automotive-suppliers-must-reimagine-their-footprints#/>
- Bieker, G. "A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars". The International Council on Clean Transportation, 20 de julio de 2021. <https://theicct.org/publication/a-global-comparison-of-the-life-cycle-greenhouse-gas-emissions-of-combustion-engine-and-electric-passenger-cars/>
- CONABIO. "Capital Natural de México". México: CONABIO, 2017. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/14039.pdf>
- CONANP. "Áreas Naturales Protegidas de México". CONANP, s.f. http://sig.conanp.gob.mx/web/site/pagsig/datos_anp.htm
- Del Castillo, E. "El impacto del Nearshoring sobre el empleo en México". EGADE, 29 de octubre de 2023. <https://egade.tec.mx/es/egade-ideas/opinion/el-impacto-del-nearshoring-sobre-el-empleo-en-mexico>
- Ecopilas. "Los fabricantes de vehículos eléctricos y híbridos reciclan con Ecopilas". Ecopilas, 2022. <https://www.ecopilas.es/los-principales-fabricantes-de-vehiculos-electricos-y-hibridos-reciclan-con-ecopilas/>
- Fuel Economy. "Reduce Climate Change". Fuel Economy, s.f. <https://fueleconomy.gov/feg/climate.shtml#:~:text=Highway%20vehicles%20release%20about%201.5,year%20for%20a%20typical%20vehicle>
- González, L. "México muestra potencial para ser líder de ventas de autos híbridos y eléctricos en 2030". El Economista, el 12 de julio de 2022. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Mexico-sera-lider-de-ventas-de-autos-hibridos-y-electricos-en-2030-20220712-0075.html>

- Hannon, E., T. Naucclér, A. Suneson, y F Yüskel. "The zero-carbon car: Abating material emissions | McKinsey". McKinsey Sustainability, 18 de septiembre de 2020. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/the-zero-carbon-car-abating-material-emissions-is-next-on-the-agenda>
- Hernández, M., O. Flores, y J. Hernández. "Actualidad sobre las estaciones de recarga para vehículos eléctricos". Instituto Mexicano del Transporte, el 15 de mayo de 2023. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=595&IdBoletin=207>
- IEA. "CO2 Emissions in 2022 ". IEA, marzo de 2023. <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>
- IEA. "Data and Statistics". IEA, s.f. <https://www.iea.org/data-and-statistics>
- IEA. "Electric Vehicles". IEA, 2024. <https://www.iea.org/energy-system/transport/electric-vehicles>
- IEA. "Energy Technology Perspectives 2020 ". IEA, septiembre de 2020. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>
- IEA. "Global EV Outlook 2024 – Analysis", el 23 de abril de 2024. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>
- IEA. "Transport ". IEA, s.f. <https://www.iea.org/energy-system/transport>
- IEA. "Trends in Electric Cars". IEA, 2024. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-cars>
- INECC. "Impactos del Cambio Climático en México". INECC, s.f. <https://cambioclimatico.gob.mx/impactos-del-cambio-climatico-en-mexico/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. "Censos Económicos 2019". Instituto Nacional de Estadística y Geografía, s.f. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/#Tabulados>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. "Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE)". Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2 de septiembre de 2024. <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/#tabulados>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. "PIB". Instituto Nacional de Estadística y Geografía, s.f. <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/default.html#Tabulados>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. "Directorio Nacional de Unidades Económicas. DENU". Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2024. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. "Venta de vehículos híbridos y eléctricos por entidad federativa". Instituto Nacional de Estadística y Geografía, s.f. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=RAIAVL_11&bd=RAIAVL
- Mansur Solar. "El verdadero impacto ambiental de la industria automotriz: un enfoque en la huella de carbono y la transición hacia la energía limpia". Mansur Solar, s.f. <https://www.mansur-solar.com/2023/10/impacto-ambiental-industria-automotriz-y-energia-limpia/>
- Moore, S. "The Current State of the Global Automotive Manufacturing Market". AZO Materials, el 24 de noviembre de 2022. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=22236>

- Navarrete, F. "México 'se pone las pilas': producción de autos eléctricos acelera 36%". El Financiero, 7 de febrero de 2024. <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/2024/02/07/mexico-se-pone-las-pilas-produccion-de-autos-electricos-acelera-36/>
- NYU. "NYU Stern Center for Sustainable Business". NYU Stern, s.f. <https://www.stern.nyu.edu/experience-stern/about/departments-centers-initiatives/centers-of-research/center-sustainable-business>
- OIT. "COVID-19 and the automotive industry". OIT, 8 de abril de 2020. https://www.oitcenterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/automotiveindustry.pdf
- OIT. "Zero emission economy will lead to 15 million new jobs by 2030 in Latin America and Caribbean | International Labour Organization". IDB-ILO Report. OIT, 29 de julio de 2020. <https://www.ilo.org/resource/news/zero-emission-economy-will-lead-15-million-new-jobs-2030-latin-america-and>
- OIT. "Análisis de cinco sectores verdes en la Ciudad de México: manejo de residuos y reciclaje | International Labour Organization". OIT, 7 de octubre de 2021. <https://www.ilo.org/es/publications/analisis-de-cinco-sectores-verdes-en-la-ciudad-de-mexico-manejo-de-residuos>
- Priestley, I. "Do electric vehicles need servicing?" Tusker, 9 de febrero de 2023. <https://tuskercars.com/knowledge-hub/do-electric-vehicles-need-servicing/>
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. "Resultados Obtenidos PNAA". Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 29 de enero de 2024. <http://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/resultados-obtenidos>
- Proff, H., B. Lorentz, C. Gutglück, y C. Cruceru-Weisbrod. "Automotive: pathways to decarbonization". Deloitte, 2023. <https://www.deloitte.com/content/dam/assets-zone2/es/es/docs/industries/consumer/2024/Deloitte-es-manufacturing-descarbonizacion-sector-automocion.pdf>
- Reyes, J. "A Guide to Sustainable Manufacturing". Safety Culture, 13 de diciembre de 2023. <https://safetyculture.com/topics/sustainable-manufacturing/>
- Ruiz, A., J. Hernández, y E. García. "3 líneas de acción para descarbonizar al sector transporte en México". World Resources Institute, 2 de febrero de 2022. <https://es.wri.org/insights/3-lineas-de-accion-para-descarbonizar-al-sector-transporte-en-mexico>
- Ruiz, R. "El Tren Maya Será El Medio de Transporte Menos Contaminante: Semarnat". La Jornada Maya, 19 de junio de 2023. <https://www.lajornadamaya.mx/quintanaroo/216581/el-tren-maya-sera-el-medio-de-transporte-menos-contaminante-semarnat>
- Saget, C., A. Vogt-Schilb, y T. Luu. El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe, 2020. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/El-empleo-en-un-futuro-de-cero-emisiones-netas-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>



Organización
Internacional
del Trabajo

Promover
Promoviendo empleos cada vez + verdes

