

Potenciando la acción climática subnacional en México para alcanzar una trayectoria de alta ambición y reducir entre 48% y 52% las emisiones de GEI al 2035



Marzo de 2026

Autores:

Maria A. Borrero^a, Ryna Cui^{*a}, Jenna Behrendt^a, Christoph Bertram^a, Alexandra Kreis^a, Dmitry Churlyayev^a, Jiehong Lou^a, Kowan O’Keefe^a, Xinyue Li^a, Mohammed Syed^a, Luli Pesqueira^b, Jordi Tovilla^c, Daniel Buira^c, Thalia Hernández^c, Nate Hultman^a

*Persona de contacto: ycui10@umd.edu

Cita sugerida: M. Borrero, R. Cui, J. Behrendt, C. Bertram, A. Kreis, D. Churlyayev, J. Lou, K. O’Keefe, X. Li, M. Syed, L. Pesqueira, J. Tovilla, D. Buira, T. Hernandez, N. Hultman (Marzo de 2026). “Potenciando la acción climática subnacional en México para alcanzar una trayectoria de alta ambición y reducir entre 48% y 52% las emisiones de GEI al 2035.” Center for Global Sustainability, College Park.

^a Center for Global Sustainability, School of Public Policy, University of Maryland College Park; College Park, MD, USA.

^b WWF México.

^c Tempus Analítica AC., México

Tabla de contenido

Introducción	2
Trayectorias de emisiones	3
Acciones prioritarias de políticas sectoriales	4
Potenciando la contribución de las acciones subnacionales	8
Discusión y conclusiones	17
Apéndice técnico	18
Notas finales	21

Este reporte corresponde a la traducción al español del informe “Achieving a High Ambition Pathway with Enhanced Subnational Action in Mexico”, publicado por el CGS y WWF México en septiembre de 2025. Los valores de la senda de Alta Ambición fueron actualizados utilizando los parámetros definidos en el AR5 del IPCC.

Introducción

México es el segundo mayor emisor de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el decimosexto a nivel mundial.¹ Las emisiones totales de GEI del país aumentaron un 15% entre 2010 y 2023.² De 2010 a 2020, las emisiones, incluyendo las de uso del suelo, el cambio de uso del suelo y la silvicultura (UTCUTS), se mantuvieron relativamente estables, pero comenzaron a mostrar una tendencia al alza a partir de 2021, impulsadas por el aumento de las emisiones de los sectores del transporte y eléctrico.^{3,4} A partir de 2023, el metano, la generación de energía eléctrica y el transporte son las mayores fuentes de emisiones, cada una representando alrededor del 23% de las emisiones totales de GEI, incluyendo el UTCUTS, seguidos por la industria con un 10%.⁵ Las emisiones de cambio de uso del suelo en México probablemente sean bajas y potencialmente negativas, según los datos del último inventario nacional del país reportado a la CMNUCC, el Informe Bienal de Actualización (IBA) y los modelos de Presupuesto Global de Carbono.^{6,7,8}

La NDC 2030 de México se ha comprometido a reducir las emisiones totales de GEI en un 35% incondicionalmente y un 40% condicionalmente en relación con un escenario de continuidad (BAU).⁹ Estos objetivos abarcan todas las emisiones de GEI de todos los sectores, pero aún no está claro si los sumideros terrestres están incluidos en su cumplimiento. El objetivo incondicional implica un aumento del 3.6% de las emisiones totales (incluyendo UTCUTS) entre 2023 y 2030, lo que corresponde a una tasa de crecimiento anual promedio del 0.5%. El objetivo condicional indica una reducción del 4.3% en las emisiones totales de 2023 a 2030, con una tasa de reducción anual promedio del 0.6%. En general, al considerar las emisiones incluyendo UTCUTS, estos objetivos no reflejan un alto nivel de ambición.

México fue una de las últimas grandes economías en comprometerse con la neutralidad de carbono. En la COP29, anunció que alcanzará cero emisiones netas para 2050.¹⁰ El nuevo gobierno mexicano planea reestructurar la agenda climática del país impulsando la expansión de las energías renovables, descarbonizando las empresas energéticas estatales y adoptando un enfoque de desarrollo sostenible.¹¹ Las recientes iniciativas políticas se han centrado en mejorar la seguridad energética del país mediante el aumento de la producción de petróleo y la reducción de las importaciones de gas.¹² Además, el gobierno ha presentado un nuevo plan eléctrico destinado a ampliar tanto la capacidad de generación como la infraestructura de la red eléctrica.¹³ México también ha establecido objetivos de reducción de metano en el sector de petróleo y gas y está explorando políticas para incentivar la adopción de vehículos eléctricos.^{14,15}

A nivel mundial, los actores no estatales (estados/provincias, ciudades, empresas, etc.) muestran un liderazgo cada vez mayor en el desarrollo e implementación de políticas que pueden impulsar importantes reducciones de emisiones. A medida que México implementa su nueva meta de NDC para 2035, un elemento crucial de la estrategia es movilizar e integrar diversas acciones subnacionales en la ambición climática nacional mediante un enfoque que abarque a toda la sociedad, aprovechando las competencias y fortalezas de los diferentes actores, para maximizar y reforzar los resultados combinados. A pesar de la creciente centralización federal, los estados y municipios de México aún tienen una sólida capacidad para apoyar y fortalecer las iniciativas nacionales de reducción de emisiones. Esto incluye fortalecer la eficiencia energética y promover e incentivar la instalación de energía solar en azoteas en los sectores industrial y residencial; reducir las emisiones de metano, en particular las derivadas de la pérdida y el desperdicio de alimentos; impulsar la economía circular y la eficiencia industrial; y modernizar el transporte público y privado.

Este informe presenta **una vía plausible de Alta Ambición para México, que permitirá reducir entre un 48% y 52% las emisiones de GEI de toda la economía para 2035 y alcanzar emisiones netas cero para 2050.** Para



el análisis, se utilizó el Modelo de Análisis del Cambio Global (GCAM-CGS), un modelo de evaluación global integrado de código abierto, que incorpora análisis sectoriales bottom-up (de abajo hacia arriba) centrados en tecnologías con antecedentes comprobados para facilitar la descarbonización rápida en diversos países. El informe también identifica las prioridades clave de la política sectorial y proporciona un análisis detallado de la gobernanza climática multinivel de México, explorando el papel de los actores subnacionales para el logro de la trayectoria de *Alta Ambición*. Al integrar perspectivas específicas de México, este enfoque ofrece una visión práctica y ambiciosa del potencial de mitigación, y complementa las evaluaciones top-down de la ambición nacional.

Trayectorias de emisiones

En la COP29, México, junto con otros países, emitió una declaración conjunta en la que expresaba su intención de presentar una NDC para 2035 alineada con el objetivo de 1.5 °C, que abarcara todos los gases de efecto invernadero y las emisiones de toda la economía, siguiendo una trayectoria lineal o más pronunciada hacia su objetivo de cero emisiones netas.¹⁶ Nuestra trayectoria de *Alta Ambición* refleja estas características (véase el Apéndice para más detalles) y logra una reducción del 48%-52% en las emisiones de GEI, incluyendo UTCUTS, para 2035, en relación con los niveles de 2023.

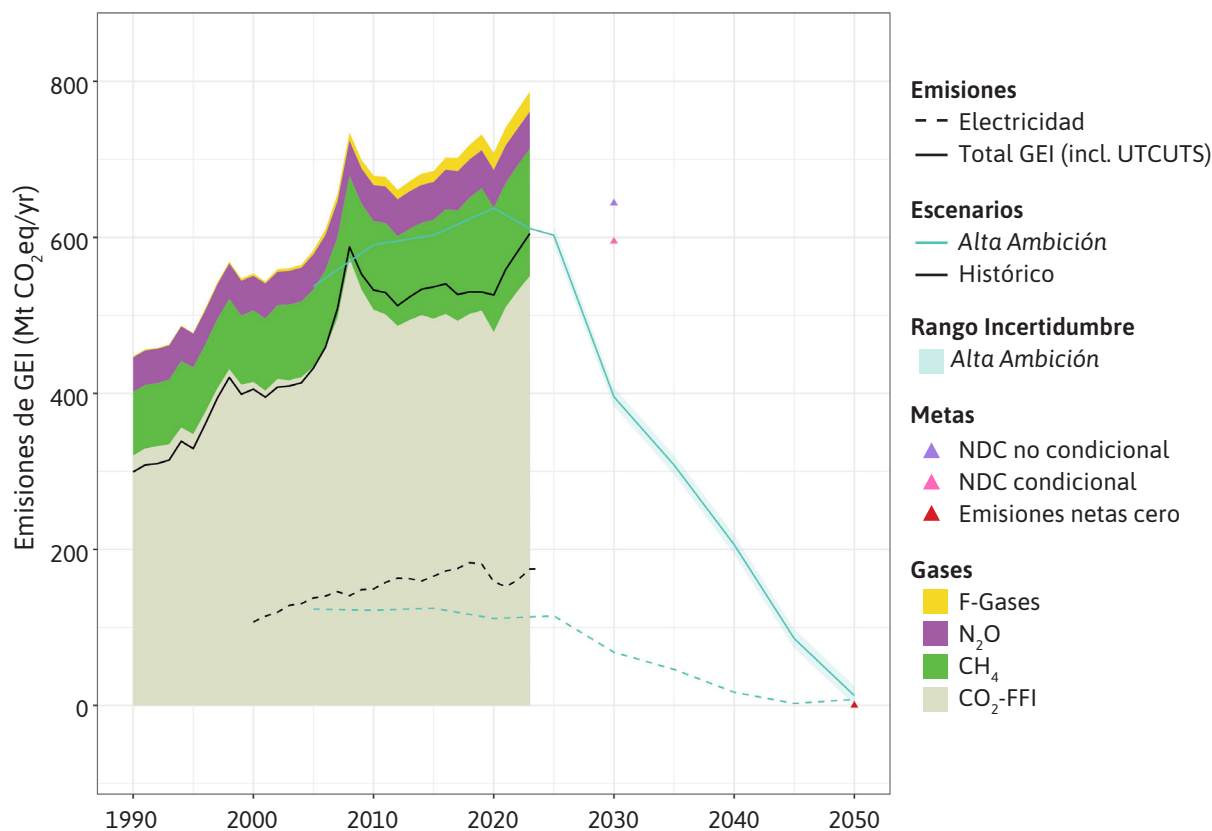


Figura 1. Trayectoria de emisiones de GEI de México, incluyendo UTCUTS. Los datos históricos provienen de PRIMAP-hist¹⁷ (línea negra continua para el total de GEI, incluyendo UTCUTS), Ember¹⁸ (línea negra discontinua para las emisiones de GEI del suministro de electricidad) y CEDS¹⁹ (desglose en color de las emisiones históricas de GEI, sin gases fluorados). Los triángulos de colores marcan las NDC oficiales para 2030 y el objetivo de emisiones netas cero. Los datos de las trayectorias incluyen las emisiones de UTCUTS y se basan en los escenarios desarrollados con el modelo GCAM de la Fase V del NGFS, con ajustes (véase el Apéndice).²⁰ El área sombreada representa +/- 2% de las emisiones del año base de la NDC.

Tabla 1. Reducción total de emisiones de GEI para 2035 bajo una trayectoria de *Alta Ambición* para México y otros países relevantes y comparables con emisiones decrecientes o NDCs emitidas o propuestas para 2035, en relación con sus respectivos años base de la NDC y los niveles de 2023. Para los países distintos de México sin una meta oficial de NDC para 2035, se utilizó la trayectoria de *Alta Ambición* del análisis global previo de CGS.²¹

País	Tipo de objetivo	Año base de la NDC o año pico estimado	Emisiones 2035 (Incluido UTCUTS)	
			% de cambio respecto al año base	% de cambio desde 2023
México	Evaluación CGS	2023**	-48% a -52%	-48% a -52%
Argentina	Evaluación CGS	2007*	-39% a -43%	-30% a -34%
Brasil	Objetivo oficial de la NDC ²²	2005	-59% a -67%	-46% a -56%***
Estados Unidos	Objetivo oficial de la NDC ²³	2005	-61% a -66%	-51% a -57%***

*Año pico estimado basado en datos históricos de PRIMAP, emisiones totales de GEI excluyendo UTCUTS.

**Año pico estimado basado en el escenario de *Alta Ambición*, emisiones totales de GEI excluyendo UTCUTS.

*** No incluido en NDC, estimado para este análisis utilizando datos históricos de PRIMAP.

Una trayectoria de *Alta Ambición* de México implica una reducción de las emisiones de GEI, incluyendo UTCUTS, con respecto a los niveles máximos estimados en 2023 para 2035 (Tabla 1). Esta trayectoria se alinea en gran medida con los objetivos de las NDC de países como Estados Unidos y Brasil, al considerar las reducciones, incluyendo UTCUTS, con respecto a los niveles de 2023.

Acciones prioritarias de políticas sectoriales

La siguiente sección presenta las principales acciones de política sectorial alineadas con la trayectoria nacional de *Alta Ambición*. Para alcanzar reducciones significativas de emisiones hacia 2035, se requiere impulsar acciones en los sectores con mayor participación en las emisiones totales, considerando además la disponibilidad de tecnologías de mitigación con costos competitivos, como la energía solar y eólica y los vehículos eléctricos. Bajo este enfoque, México puede centrarse en las siguientes áreas:

- **Sector eléctrico:** Acelerar el despliegue anual de energía solar y eólica, duplicando los niveles de 2019, con el objetivo de alcanzar el 58% y el 77% de generación no fósil para 2030 y 2035, respectivamente. Eliminar gradualmente la generación de energía a partir de carbón para 2030 y cancelar el desarrollo y la preconstrucción de centrales eléctricas de gas.
- **Metano y otras emisiones distintas del CO₂:** Impulsar la gestión de residuos sólidos, adoptar prácticas agrícolas sostenibles y modernizar la infraestructura de petróleo y gas para reducir las emisiones de metano. Evaluar los subsidios actuales para el uso y la producción de fertilizantes e implementar procesos catalíticos en la industria de fertilizantes para reducir las emisiones de N₂O.
- **Industria:** Acelerar la electrificación y promover la eficiencia energética mediante la dotación de recursos técnicos y financieros a las plantas de manufactura. Implementar el Sistema de Comercio de Emisiones con objetivos de descarbonización más ambiciosos y ampliar el impuesto al carbono para incluir el gas.

- **Transporte:** Incentivar la adopción de vehículos eléctricos a través de subsidios para vehículos e instalación de dispositivos de carga, expandir la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en todo el país y promover un cambio modal hacia el transporte masivo de pasajeros y el ferrocarril eléctrico para carga.

Sector eléctrico

Al ser una de las mayores fuentes de emisiones en México, con una proporción significativa de combustibles fósiles, el sector eléctrico presenta una gran oportunidad para una descarbonización a bajo costo en la próxima década. En 2024, el carbón y el gas contribuyeron con el 6% y el 61%, respectivamente, a la generación total de electricidad, mientras que otros combustibles fósiles representaron el 8% y la energía nuclear el 3%. Las energías renovables representaron el 22% del total, con los recursos solares y eólicos contribuyendo el 13%.²⁴

Las emisiones del sector eléctrico aumentaron un 5% entre 2010 y 2023,²⁵ impulsadas por un aumento en la generación con gas. Durante la última década, México ha añadido 15 GW de capacidad de generación con gas, con otros 7 GW actualmente en construcción y 1 GW en etapas de preconstrucción.²⁶ Casi la mitad de la flota de gas de México ha estado en operación durante más de 20 años, mientras que el 35% ha estado operando durante menos de 10 años.²⁷ A partir de 2023, el 60% del gas suministrado en México es importado, principalmente a través de gasoductos desde los EE.UU., mientras el 40% se produce localmente.²⁸

Las importaciones de gas han aumentado de manera constante durante la última década debido a la abundante oferta de gas de Estados Unidos a bajos precios, la creciente demanda del sector eléctrico y la limitada producción nacional de gas.²⁹ En el 2024, el 54%³⁰ de la generación de energía eléctrica dependía del gas importado,³¹ por lo que la transición de combustibles fósiles importados a energías renovables en el sector eléctrico podría fortalecer la seguridad energética del país y, al mismo tiempo, reducir las emisiones.

El despliegue anual de energía solar y eólica en México se ha desacelerado significativamente en los últimos años, pasando de más de 4.8 GW en 2019 a tan solo 1.6–1.1 GW en 2023 y 2024.³² Esta desaceleración se atribuye en gran medida a los esfuerzos del gobierno por priorizar el despacho de centrales térmicas operadas por la empresa estatal de servicios públicos, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), sobre las centrales eléctricas renovables privadas a partir de una legislación específica.³³ Si bien la Suprema Corte de Justicia posteriormente falló en contra de esta ley, la incertidumbre y desconfianza en las políticas gubernamentales siguen obstaculizando la transición energética en el sector eléctrico.³⁴ Los cambios en el paradigma de la política energética durante la última década han sometido al sector a una presión significativa, limitando la innovación, el emprendimiento, la inversión y la participación social.

En el escenario de *Alta Ambición*, las emisiones resultantes por la generación de electricidad se reducirían un 67% entre 2023 y 2035, con la implementación acelerada de energía solar y eólica, la cancelación de nuevos proyectos de gas y la eliminación gradual del carbón hacia 2030. En concreto, la transición del sector eléctrico bajo la trayectoria de *Alta Ambición* incluye:

- Aumento de la participación de la energía solar y eólica en la generación eléctrica total del 13% en 2024, al 42% en 2030 y al 61% en 2035.

- ▶ Aumento en la instalación de capacidad de energía solar y eólica de 1,1 GW en 2024 a 9 GW/año entre 2025 y 2030 y a 12 GW/año entre 2030 y 2035.
- ▶ Eliminación progresiva de la generación de carbón para 2030.
- ▶ Reducción de la generación con gas en un 33% para 2030 y en un 55% para 2035 respecto a los niveles de 2024, sin nueva expansión de gas, y la cancelación de 1 GW de proyectos en preconstrucción.

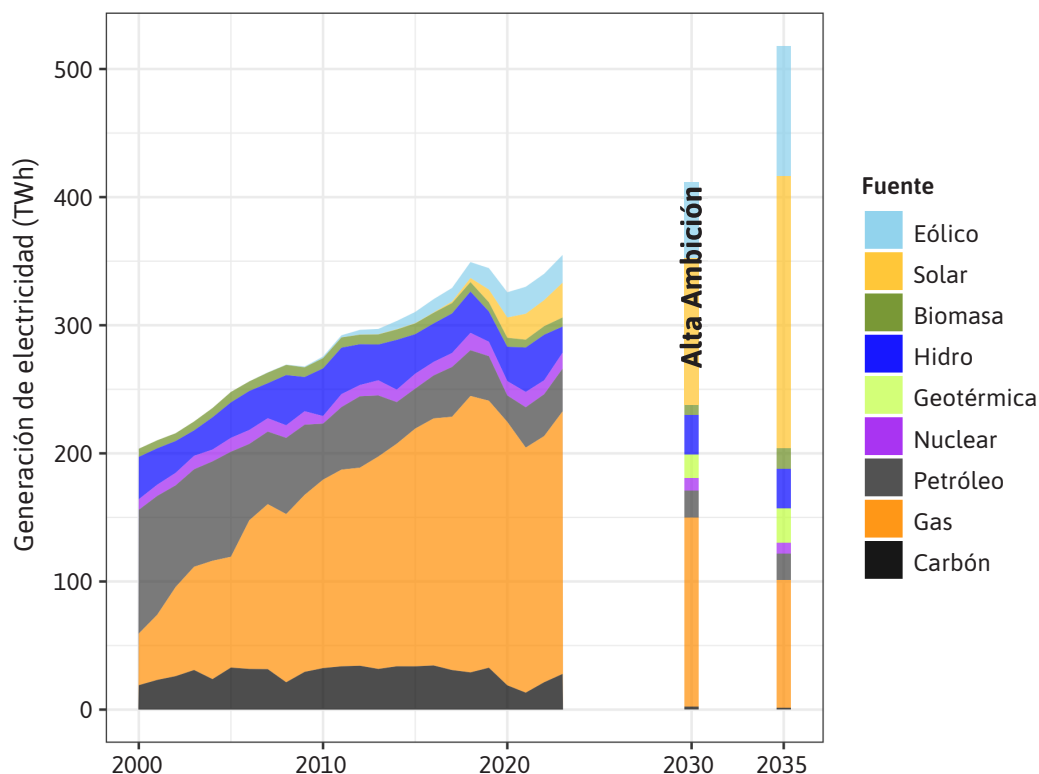


Figura 2. Generación histórica de electricidad en México por tecnología y proyecciones modeladas para 2030 y 2035 bajo el escenario³⁵ de *Alta Ambición*. Los datos históricos provienen de Ember y los datos para 2030 y 2035 se basan en los escenarios desarrollados con el modelo GCAM para la Fase V del NGFS, con ajustes.³⁶

Las estrategias nacionales recientes se han centrado en fortalecer la soberanía energética del país, planeando el desarrollo de más de 22 GW de nueva capacidad energética a través de 51 proyectos (13 GW de gas, 8 GW de renovables y 2 GW de almacenamiento) para 2030.^{37,38} El gobierno espera que el sector privado despliegue más de 6 GW de capacidad energética renovable para 2030 (de los 8 GW del plan), mientras que el escenario más ambicioso del plan energético nacional prevé alcanzar un 45% de electricidad renovable para ese año.^{39,40} Sin embargo, el plan energético de México se queda corto en comparación con el escenario de *Alta Ambición*, en el cual las renovables representan el 56% de la generación total para 2030, sin expansión adicional de gas, aun asumiendo un crecimiento anual del 2% en la generación eléctrica de 2024 a 2030.

Metano

El metano fue uno de los mayores contribuyentes a las emisiones de México en 2023.⁴¹ La fermentación entérica representó el 46% de las emisiones de metano del país, seguida de los residuos sólidos con el 39%, la industria de petróleo y gas con el 8% y las aguas residuales con el 4%.⁴² Investigaciones recientes sugieren que el inventario de metano de México puede estar subestimado, probablemente debido a las emisiones del sector de petróleo y gas.⁴³ México es signatario del Compromiso Global de Metano (GMP), que tiene como objetivo reducir las emisiones de metano en un 30% para 2030 en comparación con los niveles de 2020. El país también participa en la Iniciativa de Reducción de Metano de Residuos Orgánicos, que busca disminuir las emisiones de metano de los residuos a nivel subnacional,⁴⁴ alcanzar una tasa de utilización de gas metano del 98%, y eliminar la quema rutinaria de gas para 2030.⁴⁵

Dada la importante proporción de emisiones no relacionadas con CO₂, en particular aquellas provenientes de fuentes de difícil mitigación, como la fermentación entérica, para lograr emisiones netas cero de GEI en México se requerirán reducciones más profundas de CO₂. A corto plazo, existe potencial para disminuir las emisiones de metano provenientes de residuos sólidos y las emisiones probablemente subestimadas del sector de petróleo y gas, así como para promover la innovación tecnológica y de políticas para abordar las emisiones agrícolas de metano y óxido nitroso (N₂O). Las estrategias clave para reducir estas emisiones incluyen fortalecer el monitoreo y la gestión de datos de metano, modernizar equipos, implementar programas de detección y reparación de fugas, y capturar el gas quemado en antorcha en el sector de petróleo y gas. Además, serían beneficiosos los esfuerzos para fortalecer iniciativas locales que mejoren la gestión de los residuos sólidos y reduzcan la pérdida y el desperdicio de alimentos mediante asistencia técnica y financiera, el desarrollo de directrices y protocolos de gestión de residuos, y el apoyo a prácticas agrícolas que eviten las emisiones de metano, como la sustitución de fertilizantes y la captura y gestión del biogás.

Industria

En 2022, la producción de cemento fue responsable de casi el 20% de las emisiones de CO₂ del sector industrial.⁴⁶ Para abordar esto, la industria cementera fijó el objetivo de reducir las emisiones a 520 kg de CO₂ por tonelada de cemento producida para 2030, lo que representa una disminución del 17% con respecto a los niveles de 2016.⁴⁷ Los esfuerzos recientes se han centrado en reducir el contenido de clínker en la mezcla de cemento, optimizar el uso del agua y mejorar las prácticas de reciclaje.⁴⁸ En 2024, Cemex, que representa el 50% del mercado de cemento en México, anunció que ya había superado los objetivos establecidos por el sector,⁴⁹ lo que indica que existe margen para una mayor ambición.

El petróleo y el gas representan el 44% del consumo final total de energía en el sector industrial de México.⁵⁰ Para la transición de la producción industrial hacia el uso de tecnologías más limpias, México estableció un Sistema de Comercio de Emisiones (SCE) en 2018. Su inicio de operaciones estaba previsto para 2024, pero aún se encuentra en fase piloto.⁵¹ Bajo este sistema, las empresas de los sectores industrial y energético (incluidos los hidrocarburos y la electricidad) que emitan más de 100.000 toneladas de CO₂ al año están obligados a participar.⁵² Se espera que el gobierno priorice el desarrollo de la regulación necesaria para el funcionamiento eficaz del mercado. Además, los estados están trabajando para alinear sus políticas con el marco nacional.⁵³ Sin embargo, se requiere mayor coordinación y atención por parte del gobierno federal para que el SCE sea una realidad.



En el escenario de *Alta Ambición*, las estrategias clave de mitigación incluyen fortalecer el sistema de comercio de emisiones y alinearlos con objetivos más ambiciosos, así como aplicar el impuesto al carbono al gas.⁵⁴ Otras acciones incluyen mejorar la eficiencia energética mediante la prestación de asistencia técnica y financiera a instalaciones industriales en todo el país,⁵⁵ mejorar la colaboración con los principales actores de la industria para alcanzar compromisos más ambiciosos y sustituir los combustibles fósiles por electricidad en las actividades industriales siempre que sea posible.⁵⁶ En la industria del cemento, la reducción de emisiones puede acelerarse disminuyendo aún más el contenido de clínker en el cemento, cambiando a combustibles de bajas emisiones, utilizando materiales alternativos y promoviendo el reciclaje del concreto.⁵⁷ En la producción de acero y hierro, México ya utiliza el hierro de reducción directa con gas natural (GN-DRI), produciendo 10.9 millones de toneladas de acero reciclado, con un 94% de la producción utilizando hornos de arco eléctrico.⁵⁸ Las estrategias para este sector incluyen mejorar la recuperación y la gestión de residuos para aumentar la disponibilidad de chatarra y planificar el DRI basado en hidrógeno, dependiendo del desarrollo de la industria de hidrógeno verde en el país.

Transporte

En 2024, los vehículos eléctricos (VE) representaron menos del 2% de las ventas totales de autos nuevos; sin embargo, su demanda está aumentando rápidamente.⁵⁹ En particular, las ventas de VE y PHEV (Vehículo Eléctrico Híbrido Enchufable) crecieron un 84%, impulsadas por la adopción de los PHEV en 2023-2024.⁶⁰ La Estrategia Nacional de Movilidad (en discusión) busca alcanzar una participación del 50% de vehículos híbridos o eléctricos en las ventas totales de vehículos para 2030 y una participación del 100% para 2040.⁶¹ Para cumplir estos objetivos, el gobierno planea que el 50% de los autos producidos en México sean de cero emisiones para 2050. Esto se facilitará con la nacionalización de las reservas de litio y el establecimiento de nuevas fábricas de vehículos eléctricos por parte de empresas como BYD, Tesla y Jetour, entre otras.^{62,63}

Para reducir aún más las emisiones del transporte, la adopción de tecnologías limpias como los vehículos eléctricos es crucial, siempre y cuando el suministro eléctrico del país provenga también de fuentes de bajas emisiones. Las acciones de política clave para reducir las emisiones en el sector transporte incluyen expandir la infraestructura de carga de vehículos eléctricos de 1.100 estaciones de carga públicas en 2023 a al menos 38.000 para 2040. México también puede incentivar la adopción de vehículos eléctricos a través de subsidios para la compra de vehículos y la instalación de cargadores domésticos,^{64,65} al tiempo que planifica la eliminación gradual de los vehículos de gasolina y los subsidios a los combustibles fósiles, dada su naturaleza regresiva.⁶⁶ Un cambio modal hacia el transporte masivo de pasajeros y el ferrocarril eléctrico para carga podría reducir aún más las emisiones.⁶⁷ Para apoyar este cambio, es esencial mejorar la planificación urbana y promover métodos de transporte alternativos. Otras medidas clave incluyen electrificar el transporte público, mejorar la eficiencia en las áreas urbanas, expandir y modernizar la infraestructura ferroviaria, promover el uso de combustibles sintetizados a partir de hidrógeno verde y CO₂ en el transporte aéreo⁶⁸ y de carga,⁶⁹ así como fomentar modos activos de movilidad como la bicicleta y la caminata.

Potenciando la contribución de las acciones subnacionales

Si bien la política climática y energética está cada vez más centralizada a nivel federal (véase el recuadro), los estados y municipios de México aún tienen la capacidad de apoyar y fortalecer las iniciativas nacionales de reducción de emisiones. La siguiente sección describe las oportunidades de



acción subnacional para mitigar las emisiones en sectores como la energía, la industria y el transporte, así como para la mitigación del metano. El análisis considera el grado de centralización y el alcance de la influencia subnacional en cada sector, las políticas e iniciativas existentes, las consideraciones de equidad, los principales desafíos para los actores subnacionales y su potencial para fortalecer la acción climática.

Organización y estructura administrativa en México

Los Estados Unidos Mexicanos (México) es una república federal con 32 estados. En total, México cuenta con 2,478 municipios.⁷⁰ Todos los estados, incluida la Ciudad de México, operan bajo un sistema presidencial en el que los gobernadores ejercen la jefatura de estado (Jefe de Gobierno, en el caso de la Ciudad de México).

Las relaciones fiscales intergubernamentales de México se caracterizan por su complejidad, con un alto grado de centralización del gasto y limitadas facultades de recaudación de ingresos fiscales por parte de los gobiernos estatales y municipales.⁷¹ Desde la década de 1980, los estados y municipios mexicanos renunciaron a su autoridad para recaudar ciertos impuestos a cambio de mayores transferencias federales, que alcanzaron el 74% de los ingresos estatales totales en 2024.⁷² El gobierno federal es responsable de recaudar impuestos sobre la renta y la seguridad social, el IVA, los impuestos especiales, los aranceles, etc., mientras que los gobiernos estatales pueden recaudar impuestos sobre nóminas, propiedad de vehículos, hospitalidad, entretenimiento, lotería y cuotas de servicio civil. Los municipios pueden recaudar impuestos prediales, cuotas de usuarios por servicios públicos y estacionamiento, y otras cuotas menores por permisos, licencias e inspección.⁷³

Esta estructura fiscal centralizada permite al gobierno federal dirigir o denegar el apoyo a iniciativas climáticas subnacionales según sus preferencias políticas. Si bien el gobierno federal puede, y actualmente lo hace, apoyar proyectos climáticos mediante transferencias condicionales, este apoyo sigue siendo discrecional y depende de la disposición federal a priorizar el gasto climático. Una mayor descentralización y diversificación en la distribución de los ingresos fiscales podría facilitar una acción climática subnacional más independiente. Esto otorgaría a los estados y gobiernos locales mayor independencia presupuestaria y un flujo de ingresos más estable en caso de un cambio de política federal.

Cuadro 2. Resumen de las posibles acciones federales y subnacionales en sectores clave

Campo de política	Nivel de centralización	Políticas específicas	Equidad	Desafíos	Acción subnacional actual	Potencial subnacional
Sector eléctrico	Altamente centralizado. Los actores subnacionales pueden apoyar a la transición agilizando permisos y promoviendo la generación distribuida, y los proyectos detrás del medidor.	Objetivos federales y algunos estatales y locales para la implementación de energías renovables.	La mayoría de las políticas sobre pobreza energética y acceso a la electricidad son federales.	Infraestructura de red obsoleta, incertidumbre regulatoria, largos procesos de permisos, falta de capacitación y conocimiento técnico en energías renovables.	Algunas pocas políticas ambiciosas de energía renovable. (Iniciativa Ciudad Solar en la Ciudad de México y planes energéticos estatales/ locales (por ejemplo, Jalisco)) que aún pueden ampliarse.	Sistemas de generación distribuida y proyectos de autoconsumo estatales y locales, en coordinación con autoridades federales.
Metano en el sector de petróleo y gas	Altamente centralizado. Los estados y municipios no tienen influencia directa, pero sí autoridad en materia de permisos y zonificación.	Sólo políticas federales específicas para el manejo del metano en el sector de petróleo y gas.	El monitoreo local, el diálogo civil, la educación para la innovación y los mecanismos de rendición de cuentas son débiles.	Falta de rendición de cuentas, transparencia e intercambio de información a todos los niveles.	Las políticas estatales y locales son poco frecuentes, pero pueden ampliarse.	Monitoreo estatal, rendición de cuentas y cumplimiento, zonificación y permisos locales.
Metano en los sectores de ganadería y agricultura	Gobernanza compartida. Los grupos de propietarios de tierras tienen control sobre el uso de las tierras ejidales.	Falta de políticas federales y subnacionales para el metano agrícola.	Los agricultores rurales luchan por obtener ingresos adecuados.	No hay base financiera, histórica ni de infraestructura para la mitigación del metano en la agricultura.	Algunos estados participan en proyectos voluntarios de metano ganadero (Baja California, Sonora, etc.).	Ampliación de proyectos experimentales de mitigación de metano en la agricultura.

Campo de política	Nivel de centralización	Políticas específicas	Equidad	Desafíos	Acción subnacional actual	Potencial subnacional
Metano en los residuos	Gobernanza de carácter subnacional. La gestión de residuos está a cargo principalmente de los municipios.	Falta de políticas urbanas específicas para la gestión del metano en los residuos, a pesar de algunos programas existentes en municipios de mayor tamaño.	Educación pública y conocimiento limitado sobre gestión de residuos. Dependencia de los proveedores de servicios de gestión de residuos. Los recolectores del sector informal carecen de reconocimiento formal y financiación.	Falta de financiación suficiente para los proyectos de modernización o mantenimiento de las instalaciones de gestión de residuos.	Los municipios son el principal actor en la cadena de gestión de los residuos. Esta gestión representa una parte significativa de los presupuestos municipales.	Instalar más sistemas de captura y utilización en las instalaciones de gestión de residuos, así como presupuestos estables para nueva infraestructura.
Industria	Altamente centralizado. El gobierno federal supervisa y hace cumplir las regulaciones ambientales industriales.	Desarrollo de SCE y NOMs para la regulación de la industria. NAMA- PyME para apoyar la reducción de emisiones en las PYMES.	Las PYME podrían aprovechar más apoyo federal para acceder a tecnologías que les permitan reducir las emisiones.	Las brechas de coordinación entre los niveles federal y regional y algunas herramientas de política (SCE y PYME) todavía son de pequeña escala.	No hay suficientes acciones subnacionales. Falta de compromiso regional con las partes interesadas de la industria.	Desarrollar relaciones de economía circular en las industrias dentro de los estados.
Transporte	Gobernanza compartida. Los actores subnacionales tienen un poder significativo en las políticas de transporte público y vial, incluyendo permisos, impuestos y otros incentivos.	Objetivos federales de reducción de emisiones y venta de vehículos eléctricos de baja potencia. Algunas entidades subnacionales cuentan con incentivos para la promoción de vehículos eléctricos y objetivos de electrificación del transporte público.	Mala calidad del aire en centros urbanos causada por vehículos privados y comerciales más antiguos que contribuyen a la contaminación de manera desproporcionada.	Pocas instalaciones de carga rurales y escasos incentivos nacionales para la producción de vehículos eléctricos. Falta de normas subnacionales unificadas.	Algunas políticas ambiciosas. Fuertes incentivos para el cambio a vehículos eléctricos locales y ambición de electrificar el transporte público.	Alto potencial para liderar la electrificación de la flota a través de incentivos estatales y locales, garantizar la unificación de estándares y la modernización de los sistemas públicos.

La Ley General de Cambio Climático de México (LGCC, promulgada en 2012 y reformada por última vez en 2024) permite a los estados y municipios adaptar las políticas climáticas nacionales a sus necesidades, capacidades y prioridades, apoyando la gobernanza climática tanto horizontal como vertical e impulsando la acción climática subnacional.⁷⁴ El gobierno federal es responsable de diseñar y mantener políticas y herramientas climáticas estratégicas, como la Estrategia Nacional, el Programa Especial de Cambio Climático, la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y el Inventario Nacional de Emisiones, entre otros, así como el presupuesto ambiental integral (Art. 7).⁷⁵ Las secretarías federales también deben integrar la agenda climática en todas las políticas públicas y colaborar con las entidades subnacionales.⁷⁶ Esta estructura facilita el diálogo climático intergubernamental en México, mediante una coordinación de políticas a dos niveles, donde los niveles con autoridad inferior se alinean con las políticas de nivel superior. Sin embargo, la coordinación multinivel debe fortalecerse y articularse mejor para evitar solapamientos y contradicciones en las políticas, brindando a los actores subnacionales una orientación más clara y mayores oportunidades para fortalecer la acción climática local.

Las autoridades estatales en México, en coordinación con los municipios, tienen amplias facultades para definir requisitos y regulaciones ambientales específicos para el transporte, las instalaciones residenciales y comerciales, la gestión del agua y los residuos, y las actividades agropecuarias (Art. 8).⁷⁷ Los estados están obligados por ley a establecer los llamados Programas Estatales de Cambio Climático. Se espera que estos programas estén alineados con la estrategia nacional, pero no existe la obligación de actualizarlos cuando inicia una nueva estrategia.⁷⁸ Esto podría ralentizar la acción climática en estados menos ambiciosos, aún frente a una política ambiental federal más ambiciosa. El mismo requisito de política estatal se aplica a los inventarios obligatorios de GEI a nivel estatal y a los Atlas de Riesgos Estatales. Los estados están además legalmente autorizados a celebrar acuerdos con otros estados, municipios o la federación tanto para la mitigación como para la adaptación al cambio climático.⁷⁹

Los municipios también están facultados para desarrollar políticas y programas coordinados en materia de gestión municipal de agua y residuos, transporte público, protección civil y planificación urbana, con derecho a formar asociaciones con municipios vecinos para mejorar su capacidad de implementación de políticas climáticas (Art. 9),⁸⁰ lo que proporciona un marco legal para la cooperación horizontal en materia de gobernanza climática municipal. Sin embargo, los municipios enfrentan diversos obstáculos para participar en la acción climática e implementar programas sostenibles, como los cortos mandatos municipales que afectan la continuidad de los proyectos, la alta rotación de personal y la limitada capacidad técnica y financiera en algunas áreas.⁸¹

Para generar fondos adicionales para financiar sus proyectos climáticos, algunas entidades subnacionales en México han implementado esquemas estatales de fijación de precios al carbono.⁸² Estos mecanismos permiten a los estados tomar decisiones presupuestarias independientes en materia de mitigación y adaptación al cambio climático. Como resultado, las entidades subnacionales con precios al carbono tienen mayor potencial para impulsar proyectos climáticos de forma independiente y participar en alianzas público-privadas, incluso sin apoyo federal. Sin embargo, aún se requiere mayor homogeneidad y transparencia. Si bien estos esquemas han demostrado ser un mecanismo de financiamiento eficaz, las diferencias entre los sistemas estatales generan brechas en las capacidades y los recursos. Además, algunos estados utilizan estos fondos a su discreción, lo que puede disminuir la confianza entre la sociedad y el sector privado.

México también ha establecido un sistema que facilita el diálogo interinstitucional y multinivel sobre políticas en el sector ambiental. Como se ilustra en la Figura 3, la gobernanza climática involucra a



diversos actores gubernamentales y posibles interacciones entre las autoridades federales, estatales y municipales para impulsar la acción climática. El Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC) coordina a las agencias gubernamentales y consulta con los actores públicos, privados y de la sociedad civil en los debates sobre políticas climáticas.⁸³ El SINACC está integrado por el Congreso de la Unión, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), que incluye a 14 secretarías, 31 estados federados y la Ciudad de México, así como a funcionarios municipales, el Consejo de Cambio Climático (C3) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). La creación del SINACC ha abierto la posibilidad de una coordinación vertical en el diseño de políticas climáticas estratégicas, lo que podría facilitar la participación de toda la sociedad en decisiones climáticas importantes.⁸⁴ Sin embargo, la compleja y estratificada estructura del SINACC puede dificultar la coordinación horizontal y ser menos eficaz para una respuesta climática urgente y acelerada.⁸⁵

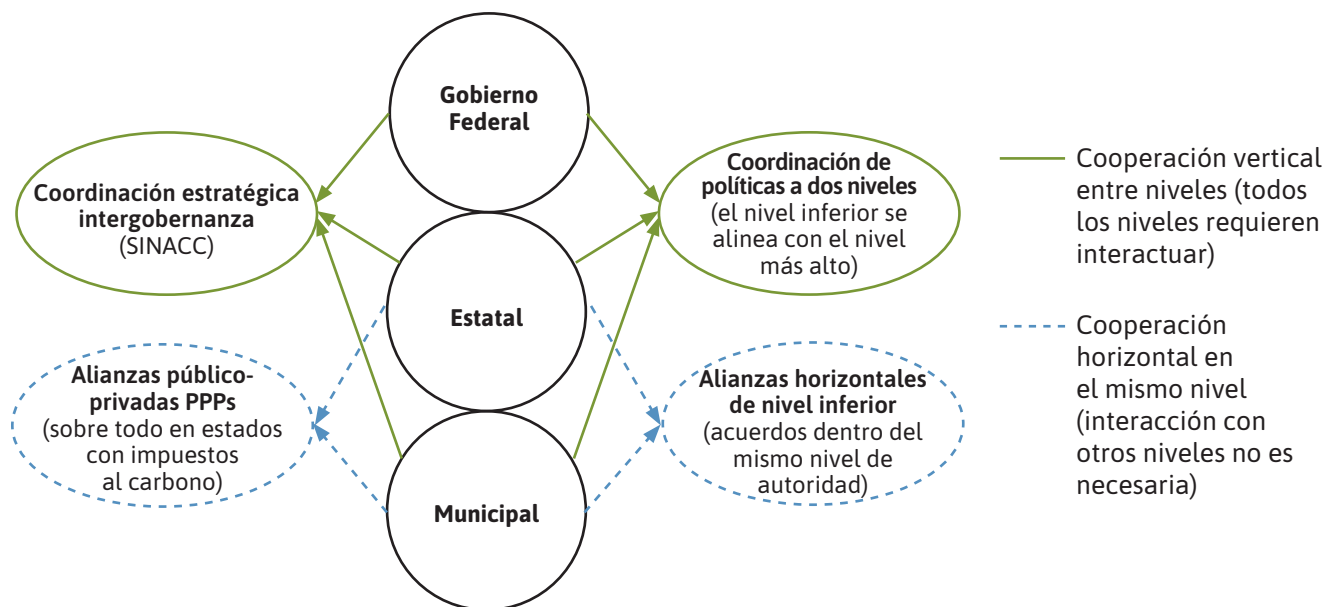


Figura 3. Potencial de Acción Climática de toda la Sociedad en México. Interacciones potenciales de toda la sociedad entre los diferentes niveles de autoridad en México para una acción climática más sólida. Las líneas verdes representan la cooperación intergubernamental y las líneas azules la cooperación entre entidades del mismo nivel.

La gobernanza climática de México permite a los actores subnacionales y federales desempeñar roles diferenciados en las políticas sectoriales. Los estados y municipios pueden influir en la acción climática en los sectores de energía, industria y transporte, así como en la mitigación del metano. A continuación, presentamos un breve resumen de cómo se puede impulsar o potenciar la acción subnacional en estos sectores.

Sector eléctrico

A nivel federal, la Secretaría de Energía (SENER) planea, administra, controla y regula todos los recursos energéticos del país y define la política energética nacional.⁸⁶ Las políticas estatales se formulan de acuerdo con las prioridades nacionales.⁸⁷ La reciente Ley de Planeación y Transición Energética (LPTE) centraliza la planeación del sector energético a mediano y largo plazo, fortaleciendo el papel de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Pemex. Además, promueve el uso eficiente y sustentable de la energía, fomenta el desarrollo de fuentes de energía limpia e incorpora conceptos como la justicia energética en el proceso de planeación.⁸⁸ Si bien los instrumentos de planeación aún no se han definido,

la ley establece un marco vinculante, donde todos los actores deben alinearse con estos instrumentos.⁸⁹ También designa a la Secretaría de Energía (SENER) como la entidad responsable de planear todos los proyectos en el país que apoyan la transición energética, así como de proponer incentivos fiscales y financieros para promover la eficiencia energética, el despliegue de energías renovables y la reducción de emisiones.⁹⁰

Los estados pueden crear sus propias agencias, comisiones o departamentos de energía. Estas entidades llevan a cabo acciones relacionadas con la eficiencia energética, el ahorro de energía y el uso de energías renovables. Varios estados, como Baja California, Campeche, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Puebla, Veracruz y Zacatecas, entre otros, ya cuentan con algo así. Algunas de estas agencias promueven el diseño y la adopción de políticas públicas que apoyan el desarrollo de un sector energético sostenible, incentivando la inversión en generación de energía renovable y eficiencia energética,^{91,92} mientras que otras se centran en el crecimiento de la industria petrolera y en la competitividad regional basada en el desarrollo de combustibles fósiles.^{93,94}

Los estados y municipios de México no pueden construir ni comprar electricidad directamente de proyectos eléctricos, ya que la CFE es el principal productor y único proveedor de electricidad en el país, controlando el 54% de la generación de energía del país según las últimas reformas constitucionales.^{95,96,97,98,99} Sin embargo, los gobiernos subnacionales todavía tienen un poder significativo para dar forma a las condiciones de inversión en sus jurisdicciones a través de permisos simplificados, regulaciones locales, incentivos fiscales y la integración de energía renovable en los planes de desarrollo.^{100,101,102} Además, pueden impulsar la transición energética en sus regiones promoviendo proyectos de pequeña escala y de generación distribuida (menos de 0.7 MW) y autoconsumo (entre 0.7 y 20 MW), que no requieren autorización federal.¹⁰³ También pueden acelerar la adopción de renovables simplificando los trámites de licencias, impulsando el desarrollo local y actuando como intermediarios entre inversionistas privados, la CFE y las comunidades para apoyar la integración a la red y la aceptación social. Un ejemplo de este enfoque es la iniciativa “Ciudad Solar” de la Ciudad de México, que promueve el uso de energía solar para el calentamiento de electricidad y agua en edificios privados y públicos, pequeñas y medianas empresas y nuevos desarrollos habitacionales.¹⁰⁴

Algunos de los desafíos que enfrentan los estados y los gobiernos municipales en la implementación de proyectos de energía renovable incluyen una infraestructura de red obsoleta y saturada (propiedad y operación del gobierno federal) que requiere expansión para conectar nuevos proyectos, bajos factores de capacidad de las plantas de generación renovable, incertidumbre regulatoria a nivel federal que afecta los incentivos de inversión, los impactos sociales y ambientales de estos proyectos y una falta de capacitación y conocimiento técnico.¹⁰⁵

Metano

Petróleo y gas. A nivel federal, las autoridades establecen y aplican las normas nacionales sobre metano y planifican proyectos de modernización a gran escala, mientras que los gobiernos estatales y municipales supervisan la zonificación, la concesión de permisos y la supervisión local, además de fomentar las colaboraciones locales.¹⁰⁶ Al ejercer y fortalecer esta autoridad, los actores subnacionales pueden contribuir a mejorar el monitoreo y la rendición de cuentas a nivel local, por ejemplo, estableciendo unidades independientes de monitoreo de emisiones en las zonas afectadas. Las ONG locales u otras organizaciones de base podrían adoptar medidas políticas adicionales, para defender el derecho de los residentes a la información transparente sobre emisiones y al acceso equitativo a la compensación.



Ganadería y agricultura. Las agencias federales con autoridad para abordar las emisiones de metano de la ganadería y la agricultura incluyen la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)¹⁰⁷, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER)¹⁰⁸ y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que por ejemplo, puede regular las emisiones de metano de los arrozales a través de políticas de gestión del agua.¹⁰⁹ Aunque las agencias ambientales estatales en su mayoría implementan directrices federales, aún tienen autoridad para emitir permisos y realizar evaluaciones de impacto, lo que podría permitir una formulación de políticas locales y federales más informada. Los gobiernos municipales tienen una autoridad significativa en la planificación del uso de la tierra y la concesión de permisos, y también pueden hacer cumplir las normas locales,¹¹⁰ como las regulaciones de gestión de residuos de cultivos. Además, pueden promover emprendimientos y crear condiciones propicias para la inversión en sus jurisdicciones, al tiempo que motivan a los agricultores y agronegocios locales a buscar nuevas soluciones y colaboraciones mediante la adopción de regulaciones locales de metano agrícola para la producción ganadera y la agricultura.

México ha comenzado a implementar políticas específicas para abordar las emisiones de metano provenientes de la producción ganadera y agrícola. Una de estas políticas es el “Protocolo del Proyecto Ganadero de México”, de carácter no vinculante, que proporciona metodologías estandarizadas para medir y verificar la reducción de metano proveniente del tratamiento de desechos ganaderos, como biodigestores y compostaje, y ofrece acceso a mercados voluntarios de carbono.¹¹¹ Otra iniciativa privada entre Estados Unidos y México destinada a reducir las emisiones de metano de la ganadería es la operación de la empresa emergente hawaiana “Symbrosia”, en el Ejido Eréndira (Baja California), donde se realizan ensayos a gran escala de un aditivo alimentario a base de algas marinas, que muestra potencial para reducir las emisiones de metano de la ganadería en más del 80%.¹¹²

Residuos. La gestión de residuos en México responde principalmente al nivel municipal,¹¹³ pero la mayoría de los municipios carecen de fondos para infraestructura.¹¹⁴ Existe algo de colaboración entre los niveles de gobierno para la gestión de residuos. Los municipios autorizan las operaciones, mientras que la SEMARNAT asesora y coordina con los estados y municipios, la supervisión del cumplimiento de los criterios de minimización de residuos sólidos, la prevención de la contaminación del suelo, las normas de reutilización y reciclaje, y el mantenimiento de los registros de emisiones y transferencias de contaminantes.¹¹⁵ Acciones federales como la propuesta de Ley General de Economía Circular y Gestión Integral de Residuos para la Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero constituyen un paso prometedor hacia la coordinación eficaz de la gestión del desperdicio de alimentos entre los diferentes niveles de gobierno.¹¹⁶ Las estrategias de gestión integral de residuos deben buscar no solo reducir directamente las emisiones de metano de los vertederos, sino también reducir la producción de material virgen, evitando así el desbordamiento de material innecesario en las instalaciones municipales.

Si bien la mayoría de los estados y municipios cuentan con sus propias leyes y regulaciones sobre residuos, solo unas pocas entidades cuentan con políticas climáticas en materia de residuos, como la Ley de Economía Circular de la Ciudad de México o los planes de desviación de residuos y aprovechamiento de biogás en Quintana Roo,¹¹⁷ Guadalajara y Monterrey.¹¹⁸ Los principales desafíos que impiden una mejor gestión de residuos son la falta de financiamiento para nuevas instalaciones y la falta de regulaciones técnicas para la separación y el reciclaje de residuos.¹¹⁹ Estos obstáculos podrían mejorarse mediante la adopción de prácticas de recolección y separación de residuos en las calles, la educación pública y la capacitación de los trabajadores sobre las mejores prácticas, la coordinación de los estados y la SEMARNAT para asegurar un financiamiento estable para la construcción de instalaciones de captura y aprovechamiento de biogás, y la inclusión de áreas metropolitanas de tamaño medio.



Industria

La SEMARNAT y la Secretaría de Economía (SE) son las agencias clave responsables del desarrollo industrial sustentable en México.¹²⁰ La SEMARNAT desarrolla y aplica las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que, entre otras cosas, se centran en la calidad ambiental.¹²¹ Además de las NOM, la política climática industrial de México también incluye programas como el Sistema de Comercio de Emisiones (SCE) y la Estrategia Nacional de Economía Circular, así como la Acción Nacional Apropriada de Mitigación para las Pequeñas y Medianas Empresas (PYME) (NAMA- PyME).¹²²

Dado que las regulaciones ambientales se gestionan principalmente a nivel federal, especialmente en un contexto de mayor centralización, los actores estatales y municipales pueden desempeñar un papel de apoyo y asesoramiento para agencias como la SEMARNAT. Por ejemplo, los estados y municipios pueden colaborar con agencias federales, de forma similar a como NAMA- PyME trabaja con organizaciones extranjeras en la implementación de programas. Con un mayor apoyo financiero, los gobiernos subnacionales también podrían asesorar sobre las prioridades industriales regionales, verificar el cumplimiento de los actores industriales locales y servir como brazo ejecutor de las políticas federales.

Transporte

A nivel federal, la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) regula la infraestructura nacional de transporte y la emisión de licencias.¹²³ Los estados cuentan con sus propias secretarías de movilidad o transporte, encargadas de gestionar las licencias y supervisar el transporte público, mientras que los gobiernos municipales tienen la facultad de regular sus sistemas de transporte local y las carreteras.¹²⁴ Si bien la política nacional de vehículos eléctricos aún se encuentra en debate, los gobiernos subnacionales pueden combinar incentivos fiscales con beneficios municipales, como estacionamiento y privilegios de conducción, para fomentar la adopción de vehículos eléctricos. Por ejemplo, la Ciudad de México lidera con un enfoque integral, que incluye exenciones fiscales, privilegios de circulación y estacionamiento gratuito para vehículos eléctricos en zonas con parquímetro.¹²⁵

Los estados y municipios mexicanos también pueden acelerar la transición hacia vehículos eléctricos en flotas en leasing mediante el establecimiento de objetivos de electrificación, la oferta de incentivos para la concesión de licencias y el fomento de la cooperación público-privada, por ejemplo, a través de tarifas eléctricas subsidiadas o el apoyo a la infraestructura de carga para las empresas arrendadoras.¹²⁶ Además, los gobiernos subnacionales desempeñan un papel clave en la planeación urbana, mediante la rezonificación para el uso mixto del suelo y el rediseño de carreteras que priorice el transporte público y los modos de movilidad no motorizados por encima de los vehículos ligeros privados.¹²⁷ También tienen la capacidad de electrificar los sistemas de transporte público. Por ejemplo, el estado de Jalisco planea renovar por completo su flota de transporte público con vehículos de bajas emisiones para 2030 y ha puesto en marcha una línea de autobuses totalmente eléctrica de 2.430 km, que se espera que reduzca las emisiones anuales de GEI en 4 kt de CO₂e.¹²⁸ Asimismo, Jalisco planea electrificar otra ruta pública en Puerto Vallarta, incorporando 38 nuevos autobuses eléctricos.¹²⁹



Discusión y conclusiones

México puede fortalecer su ambición climática y su seguridad energética mediante la implementación de políticas integrales en los sectores de energía, industria y transporte, así como en la mitigación del metano. En el escenario de Alta Ambición, este enfoque podría conducir a una reducción del 48% al 52% en las emisiones de GEI, incluyendo UTCUTS, con respecto a los niveles de 2023 para 2035. Para lograrlo, las políticas de toda la economía deben alinearse con los compromisos climáticos de México, específicamente, el objetivo de cero emisiones netas para 2050 y la intención de seguir una trayectoria lineal para alcanzarlo. Esto requiere de mayores esfuerzos para acelerar el despliegue de energías renovables, eliminar gradualmente los combustibles fósiles, reducir la dependencia de las importaciones de gas en el sector eléctrico y priorizar la adopción de vehículos eléctricos sobre la expansión de la producción de petróleo. Además, se necesitan medidas estructurales de economía política para disminuir la dependencia económica del país a los combustibles fósiles. Por otra parte, las emisiones de metano siguen siendo uno de los principales desafíos del país, pero también representan una oportunidad para que México se convierta en un líder internacional en el avance de soluciones tecnológicas y de política para reducir las emisiones no relacionadas con el CO₂ de los sectores agrícola y de residuos.

Los líderes subnacionales son vitales para impulsar la ambición de las NDC, ya que pueden adaptar las ambiciones a las circunstancias locales, promover políticas más sólidas y un mayor apoyo financiero, y garantizar que los objetivos climáticos nacionales y globales se alcancen y beneficien a sus comunidades. En México, los actores subnacionales tienen la capacidad de apoyar y fortalecer los objetivos nacionales de reducción de emisiones, a pesar de la creciente centralización federal. Dado que la limitación de los recursos financieros a nivel estatal y municipal puede ralentizar el establecimiento e implementación independiente de objetivos ambiciosos, los actores subnacionales pueden beneficiarse de la coordinación multinivel, el intercambio de recursos y el impulso a políticas nacionales y programas de incentivos.¹³⁰ Mediante esta acción colaborativa, se pueden incluir medidas específicas como la promoción de proyectos de generación distribuida y la agilización de los procesos de permisos para acelerar la implementación de tecnologías limpias,¹³¹ códigos de construcción para impulsar la calefacción solar, el aislamiento térmico y la electrificación; la mejora del monitoreo y la rendición de cuentas del metano en el sector de petróleo y gas; y el fomento de nuevas innovaciones para reducir el metano de la ganadería y agricultura; y la adopción de vehículos eléctricos mediante la aplicación de incentivos, la modernización de los sistemas de transporte público¹³² y el desarrollo de procedimientos para agilizar la instalación de infraestructura en colaboración con la empresa eléctrica nacional.¹³³

Aumentar la ambición de México en su NDC 2035 requerirá una sólida participación de los actores nacionales y subnacionales, políticas estables alineadas con los compromisos internacionales, e innovación y adopción de tecnologías para apoyar las transiciones sectoriales y mejorar la seguridad energética. Es posible lograr reducciones de emisiones adicionales a las presentadas en este informe mejorando la eficiencia energética en los edificios y reduciendo aún más las emisiones derivadas del uso del suelo. Al establecer políticas climáticas claras y ambiciosas, México puede reducir el riesgo de impactos adversos del cambio climático, y al mismo tiempo impulsar un crecimiento económico significativo.¹³⁴ a integración de políticas climáticas robustas en todo el país también puede fomentar el acceso equitativo a alimentos nutritivos y asequibles, fortalecer la seguridad energética, reducir la pobreza rural y mejorar la transparencia y el estado de derecho.¹³⁵ Al continuar con estos esfuerzos, México tiene el potencial de posicionarse como un líder climático en la región.

Apéndice técnico

Métodos

Modelo de Análisis del Cambio Global (GCAM)

El Modelo de Análisis del Cambio Global (GCAM) es un modelo de equilibrio de mercado global que combina sistemas económicos, energéticos, de uso del suelo y climáticos para analizar las interacciones entre las actividades humanas y los cambios ambientales globales. Está diseñado para evaluar los impactos de diversos escenarios políticos y opciones tecnológicas sobre el uso de energía, el cambio en el uso del suelo, las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático.¹³⁶ GCAM es un modelo dinámico y recursivo, lo que significa que los responsables de la toma de decisiones no conocen el futuro al planificar hoy. Tras resolver cada periodo, el modelo utiliza el estado resultante del mundo, incluyendo las consecuencias de las decisiones tomadas en ese periodo —como el agotamiento de recursos y el stock de capital— y luego pasa al siguiente paso temporal y realiza el mismo ejercicio. GCAM opera en intervalos de 5 años, comenzando cada nuevo periodo a partir de las condiciones que surgieron en el anterior. GCAM se ha utilizado anteriormente para examinar los impactos de las políticas de mitigación y el despliegue tecnológico en las emisiones de gases de efecto invernadero.^{137,138}

GCAM rastrea las emisiones de 16 especies diferentes de GEI y contaminantes atmosféricos procedentes de la energía, la agricultura, el uso del suelo y otros sistemas industriales. En GCAM, el mundo se desagrega en 32 regiones económicas, la resolución en la que se modelan los procesos socioeconómicos, energéticos y de mercado (incluido el comercio global). Los caudales de agua y el uso del suelo se modelan en más de 200 y 300 regiones, respectivamente. El modelo del sistema terrestre (es decir, el módulo climático del ciclo del carbono) Héctor es el modelo climático dentro de GCAM.¹³⁹ GCAM es un modelo jerárquico de equilibrio de mercado. El equilibrio en cada periodo se resuelve encontrando un conjunto de precios de mercado tal que las ofertas y las demandas sean iguales en todos los mercados simulados.

Escenarios utilizados en este análisis

Escenarios generales

Utilizamos el escenario de transición de 1,5°C del NGFS 2024 para el escenario de alta ambición, con ajustes adicionales en las emisiones de uso del suelo (véase más abajo). Los escenarios NGFS no son pronósticos, sino que buscan explorar los límites de futuros plausibles.¹⁴⁰ Las narrativas de los escenarios se actualizan y amplían regularmente para reflejar los desarrollos tecnológicos más recientes (por ejemplo, la disponibilidad de CDR), así como los retrasos en la implementación de políticas dentro de las regiones y a nivel global. La mayoría de los escenarios emplean una restricción de emisiones top-down (de arriba hacia abajo) basada en las trayectorias de transición a nivel regional.¹⁴¹

- El escenario de emisiones netas cero a 2050 o 1,5°C tiene un 50% de probabilidad de limitar el calentamiento global medio por debajo de 1,5 °C para 2100, con un sobrepaso probable hacia mediados de siglo. Las emisiones globales de CO₂ alcanzan o se acercan a cero en 2050 y los países con compromisos de emisiones netas cero definidos antes de febrero de 2023 cumplen dicho compromiso antes o después de 2050. Algunas jurisdicciones como EE.UU., UE, Reino Unido, Canadá, Australia y Japón alcanzan emisiones netas cero para todos los GEI.

- Para el escenario de Alta Ambición (incluyendo UTCUTS), utilizamos el escenario de emisiones netas cero 2050 o 1,5°C para las emisiones excluyendo UTCUTS, y ajustamos las emisiones de UTCUTS basándonos en datos históricos. Concretamente, asumimos que las emisiones de UTCUTS se mantienen en -180 MtCO₂eq, siguiendo los valores históricos reportados por el país en su último inventario nacional, donde las emisiones de UTCUTS se han mantenido en este nivel desde 2010.¹⁴²

Figuras y tablas adicionales

Producción y uso de energía fósil en México

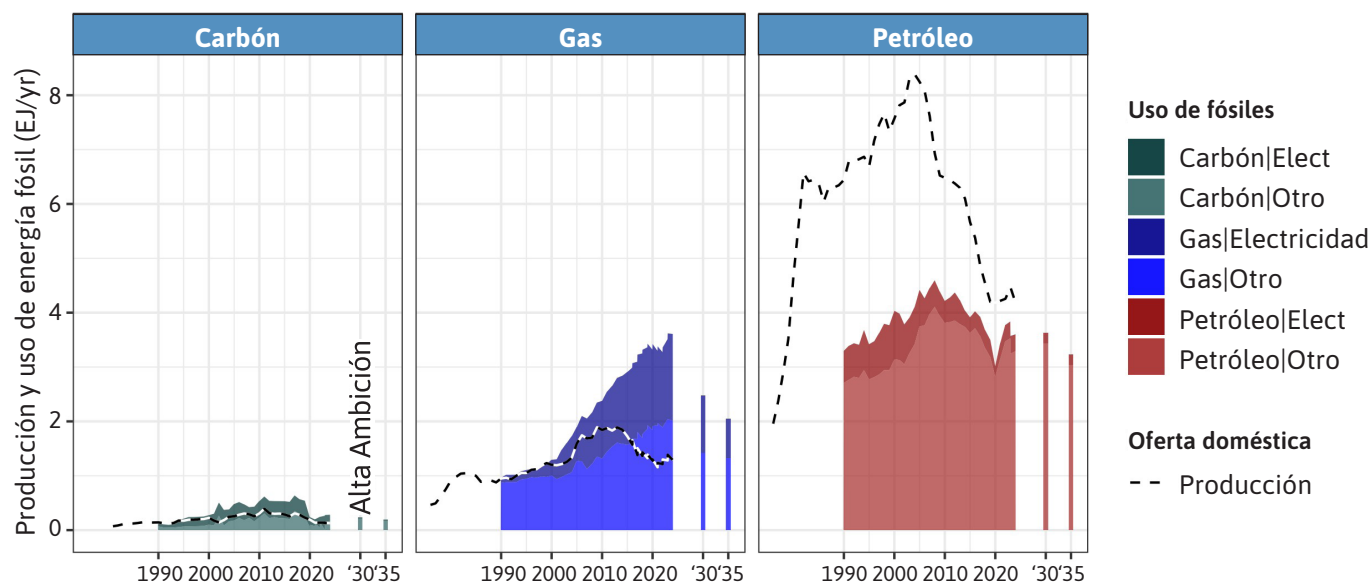


Figura S1. Producción y uso de energía fósil en México. Los datos históricos proceden del Statistical Review of World Energy Data y Ember¹⁴³ y los datos de 2030 y 2035 se basan en los escenarios desarrollados utilizando el modelo GCAM para la Fase V del NGFS con ajustes.

Tabla S1. Capacidad instalada y mix de generación¹⁴⁴

	Capacidad instalada (% del total)						Generación de electricidad (% del total)					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Carbón	5%	5%	5%	4%	4%	4%	9%	6%	4%	6%	8%	6%
Gas	39%	40%	40%	36%	36%	36%	60%	63%	58%	56%	58%	61%
Otros fósiles	26%	25%	25%	33%	32%	32%	10%	6%	10%	10%	9%	8%
Nuclear	2%	2%	1%	1%	1%	1%	3%	3%	4%	3%	3%	3%
Total RE	27%	28%	29%	25%	26%	26%	17%	21%	25%	24%	21%	22%
Hidro	13%	13%	12%	11%	10%	10%	7%	8%	11%	10%	6%	7%
Solar	6%	7%	8%	8%	9%	10%	3%	5%	6%	6%	8%	8%
Eólica	7%	7%	7%	6%	6%	6%	5%	6%	6%	6%	6%	6%
Biomasa	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%

Tabla S2. Despliegue reciente de energía solar y eólica¹⁴⁵

Aumentos anuales de capacidad solar y eólica en México (GW)									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Solar	0.32	0.46	1.7	3.48	0.91	1.77	0.43	1.55	1.08
Eólica	0.78	0.13	0	2.36	0.46	0.47	0.16	0	0
Total Solar + Eólica	1.10	0.59	1.70	5.84	1.37	2.24	0.59	1.55	1.08

Tabla S3. Construcciones recientes y proyectos actuales de gas¹⁴⁶

Aumentos anuales de capacidad de gas en México (GW)										Pipeline en enero de 2025 (GW)	
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	En obra	Preconstrucción
Gas	1.7	1.7	1.2	3	2.9	1.6	1.1	0.7	0.8	7	1

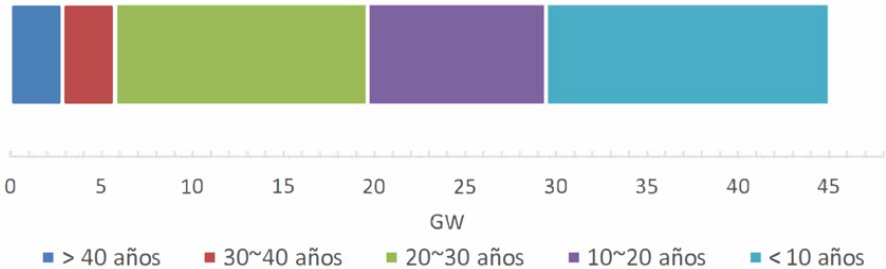


Figura S2. Capacidad de generación a gas por grupo de edad¹⁴⁷

Notas finales

1. Johannes Gütschow et al., "The PRIMAP-Hist National Historical Emissions Time Series (1750-2023) v2.6.1", versión 2.6.1, Zenodo, 13 de marzo de 2025, <https://doi.org/10.5281/zenodo.15016289>.
2. Gütschow et al., "Serie temporal de emisiones históricas nacionales PRIMAP-Hist (1750-2023) v2.6.1".
3. Gütschow et al., "Serie temporal de emisiones históricas nacionales PRIMAP-Hist (1750-2023) v2.6.1".
4. Rachel Hoesly et al., "Sistema de datos de emisiones comunitarias (CEDS) V_2025_03_18 Datos agregados", versión v_2025_03_18, Zenodo, 18 de marzo de 2025, <https://doi.org/10.5281/zenodo.15059442>.
5. Hoesly et al., "Sistema de datos de emisiones comunitarias (CEDS) V_2025_03_18 Datos agregados".
6. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México: *Informe Del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2022* (Gobierno de México, 2025), https://unfccc.int/sites/default/files/resource/INEGYCEI_170625_CGMCC.pdf.
7. Estados Unidos Mexicanos, "México. Informe Bienal de Actualización (BUR) BUR 3. | CMNUCC", 2022, <https://unfccc.int/documents/512231>.
8. Pierre Friedlingstein et al., "Presupuesto global de carbono 2024", *Earth System Science Data*, 17-3, 2024.
9. Gobierno de México, "Contribución Determinada a Nivel Nacional. Actualización 2022", 2022, https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf.
10. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, "México reafirmó su compromiso con la acción climática ambiciosa en la COP29", Gobierno de México, 27 de noviembre de 2024, <http://www.gob.mx/semarnat/prensa/mexico-reafirmo-su-compromiso-con-la-accion-climatica-ambiciosa-en-la-cop29?idiom=es>.
11. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, "México traza un nuevo camino en materia de cambio climático, afirma la secretaria de Medio Ambiente", *gob.mx*, 21 de octubre de 2024, <http://www.gob.mx/semarnat/documentos/mexico-traza-un-nuevo-camino-en-materia-de-cambio-climatico-afirma-la-secretaria-de-medio-ambiente>.
12. "Plan México: Estrategia de Desarrollo Económico Equitativo y Sustentable para la Prosperidad Compartida", enero de 2025, <https://www.planmexico.gob.mx/>.
13. Gobierno de México y Comisión Federal de Electricidad, "Plan de Fortalecimiento y Expansión Del Sistema Eléctrico Nacional", 5 de febrero de 2025, <https://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2025/02/05febrero26-Plan-Fortalecimiento-y-Expansion-Sistema-Elctrico-Nacional.pdf?x29040>.
14. Gobierno de México, "Contribución Determinada a Nivel Nacional. Actualización 2022", 2022, https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf.
15. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, "Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica", 2 de mayo de 2023, <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/832517/2.3.ENME.pdf>.
16. Dirección General de Acción por el Clima, "COP29: Comunicado de prensa conjunto sobre la ambición alineada con el objetivo de 1,5 °C en las NDC hacia el cero neto - Comisión Europea", Comisión Europea, 21 de noviembre de 2024, https://climate.ec.europa.eu/news-your-voice/news/cop29-joint-press-release-15degc-aligned-ambition-ndcs-toward-net-zero-2024-11-21_en.
17. Gütschow et al., "Serie temporal de emisiones históricas nacionales PRIMAP-Hist (1750-2023) v2.6.1".
18. Ember, "Explorador de datos de electricidad: datos de electricidad global de código abierto", Ember, 2025, <https://ember-climate.org/data/data-tools/data-explorer/>.
19. Hoesly et al., "Sistema de datos de emisiones comunitarias (CEDS) V_2025_03_18 Datos agregados".



20. Ravi Menon y Livio Stracca, *Escenarios NGFS para bancos centrales y supervisores - Fase IV* (Red para la ecologización del sistema financiero (NGFS), 2023), <https://www.ngfs.net/en/ngfs-climate-scenarios-phase-iv-november-2023>.
21. Cui et al., *Mejorar la ambición global para 2035: evaluación de las trayectorias de los países con alta ambición*.
22. Gobierno brasileño, “Contribución Nacional Determinada de Brasil. Determinación Nacional de Contribuir y Transformar” (CMNUCC, 2024), https://unfccc.int/sites/default/files/2024-11/Brazil_Second%20Nationally%20Determined%20Contribution%20%28NDC%29_November2024.pdf.
23. Gobierno de los Estados Unidos de América, “Contribución Determinada a Nivel Nacional de los Estados Unidos de América. Reducción de los gases de efecto invernadero en los Estados Unidos: Un objetivo de emisiones para 2035” (CMNUCC, 2024), <https://unfccc.int/sites/default/files/2024-12/United%20States%202035%20NDC.pdf>.
24. Ember, “Electricity Data Explorer: datos eléctricos globales de código abierto”.
25. Hoesly et al., “Sistema de datos de emisiones comunitarias (CEDS) V_2025_03_18 Datos agregados”.
26. “Global Coal Plant Tracker”, Global Energy Monitor, 2024, <https://globalenergymonitor.org/projects/global-coal-plant-tracker/>.
27. GEM, “Global Oil and Gas Plant Tracker”, Global Energy Monitor (GEM), enero de 2025, <https://globalenergymonitor.org/projects/global-oil-gas-plant-tracker/>.
28. AIE, “México - Suministro de gas natural”, Agencia Internacional de Energía (AIE), 2023, <https://www.iea.org/countries/mexico/natural-gas>.
29. Columbia | CGEP, “¿Recompensa lucrativa o riesgo creciente? La creciente dependencia de México del gas estadounidense”, Centro de Política Energética Global de la Universidad de Columbia, SIPA | CGEP, 24 de octubre de 2023, <https://www.energypolicy.columbia.edu/publications/lucrative-reward-or-mounting-risk-mexicos-growing-reliance-on-us-gas/>.
30. Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías, Gobierno de México, “Flujos y Uso de Gas - Plataforma Nacional de Energía, Ambiente y Sociedad”, 2023, <http://energia.conahcyt.mx/planeas>.
31. Wilmar Suárez, “Las Renovables, El Camino Hacia La Seguridad Energética En México”, Ember, 19 de mayo de 2025, <https://ember-energy.org/app/uploads/2025/05/ES-Reporte-Las-renovables-el-camino-hacia-la-seguridad-energetica-en-Mexico.pdf>.
32. Ember, “Electricity Data Explorer: datos eléctricos globales de código abierto”.
33. Dana Nuccitelli, “¿Qué está haciendo México frente al cambio climático?”, Yale Climate Connections, 2023, <http://yaleclimateconnections.org/2024/04/what-is-mexico-doing-about-climate-change/>.
34. “La Suprema Corte de México falla en contra de la Ley de Electricidad que favorece a las empresas de servicios públicos estatales sobre las empresas”, Associated Press News, 2024, <https://apnews.com/article/mexico-power-sales-unconstitutional-060ab7b4918d6af511a610088f167655>.
35. Ember, “Explorador de datos de electricidad: datos de electricidad globales de código abierto”.
36. Menon y Stracca, *Escenarios NGFS para bancos centrales y supervisores - Fase IV*.
37. “Plan México: Estrategia de Desarrollo Económico Equitativo y Sustentable para la Prosperidad Compartida”.
38. Gobierno de México y Comisión Federal de Electricidad, “Plan de Fortalecimiento y Expansión Del Sistema Eléctrico Nacional”.
39. Presidencia de la República, “Versión estenográfica. Conferencia de prensa matutina del 9 de abril de 2025”, Gobierno de México, 9 de abril de 2025, <https://www.gob.mx/presidencia/articulos/version-estenografica-conferencia-de-prensa-de-la-presidenta-claudia-sheinbaum-pardo-del-9-de-abril-de-2025>.

40. Gobierno de México, “Estrategia Nacional Del Sector Eléctrico”, 6 de noviembre de 2024, https://www.proyectomexico.gob.mx/wp-content/uploads/2016/09/Estrategia-Nacional_Sector-El%C3%A9ctrico_x.pdf.
41. Hoesly et al., “Sistema de datos de emisiones comunitarias (CEDS) V_2025_03_18 Datos agregados”.
42. Hoesly et al., “Sistema de datos de emisiones comunitarias (CEDS) V_2025_03_18 Datos agregados”.
43. Xiao Lu et al., “Emisiones de metano en Estados Unidos, Canadá y México: Evaluación de los inventarios nacionales de emisiones de metano y tendencias sectoriales 2010-2017 mediante análisis inverso de observaciones atmosféricas in situ (GLOBALVIEWplus CH4 ObsPack) y satelitales (GOSAT)”, *Atmospheric Chemistry and Physics* 22, no. 1 (2022): 395–418, <https://doi.org/10.5194/acp-22-395-2022>.
44. Oficina de Océanos y Asuntos Ambientales y Científicos Internacionales, Departamento de Estados de los Estados Unidos, *Comunicado de prensa de la Iniciativa para la reducción del metano en los desechos orgánicos (LOW-Methane)*, 2023, <https://www.state.gov/lowering-organic-waste-methane-initiative-low-methane/>.
45. Gobierno de México, “Contribución Determinada a Nivel Nacional. Actualización 2022”, 2022, https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf.
46. Patrick R O’Rourke et al., “CEDS V_2021_02_05 Release Emission Data”, versión v_2021_02_05, Zenodo, 5 de febrero de 2021, <https://doi.org/10.5281/zenodo.4509372>.
47. Hoja de Ruta México. Industria del Cemento. y Cámara Nacional del Cemento (CANACEM), “Hacia Una Economía Baja En Carbono 2023”, sf, <https://canacem.org.mx/site/wp-content/uploads/2023/03/Folleto-Hoja-de-Ruta-CANACEM.pdf>.
48. Centro de Compromiso Climático, “Cemex: Abriendo Camino Hacia Cero Emisiones Netas En La Industria Cementera”, Iniciativa de Gobernanza Climática, 2024, https://hub.climate-governance.org/article/Cemex_case_study_es.
49. “Cemex alcanza meta en reducción de emisiones siete años antes que el sector”, CEMEX México, 2024, <https://www.cemexmexico.com/-/cemex-alcanza-meta-en-reduccion-de-emisiones-siete-anos-antes-que-el-sector>.
50. AIE, “México - Eficiencia y demanda”, Agencia Internacional de Energía (AIE), 2022, <https://www.iea.org/countries/mexico/efficiency-demand>.
51. Vianey Amellali García Moreno y Carlos David Franco Vergara, “El Sistema de Comercio de Emisiones en México: Avances y Retos actuales”, Redacción Factor Energético, 27 de enero de 2025, <https://factorenergetico.mx/el-sistema-de-comercio-de-emisiones-en-mexico-avances-y-retos-actuales/>.
52. CSR Staff, “Sistema de Comercio de Emisiones en México: Como Funciona y Explicación”, CSR Consulting, 2023, <https://www.csrconsulting.com.mx>.
53. Daniela Villanueva et al., “Es probable que el retraso del ETS de México persista debido a la incertidumbre regulatoria y la falta de voluntad política: fuentes”, S&P Global, 2024, <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/040324-mexico-ets-delay-likely-to-persist-on-regulatory-uncertainty-lack-of-political-will-sources>.
54. Simon Black et al., “Una estrategia integral de mitigación del cambio climático para México”, Documentos de trabajo del FMI, *Documentos de trabajo del FMI* 2021, n.º 246 (2021), <https://doi.org/10.5089/9781513599847.001>.
55. ONUDI, “México - Acelerador de Descarbonización Industrial”, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2023, <https://www.industrialenergyaccelerator.org/where-we-work/mexico/>.
56. AIE, “México - Eficiencia y demanda”.
57. Sarah Heincke et al., “Descarbonización de las cadenas de valor del cemento y el hormigón: conclusiones de Davos”, McKinsey & Company, 2023, <https://www.mckinsey.com/industries/engineering-construction-and-building-materials/our-insights/decarbonizing-cement-and-concrete-value-chains-takeaways-from-davos>.

58. Claudia Cárdenas, “ENTREVISTA: Industria siderúrgica mexicana debe buscar fortalecimiento regional en 2025: Canacero”, S&P Global Commodity Insights, 12 de diciembre de 2024, <https://www.spglobal.com/commodity-insights/en/news-research/latest-news/metals/121224-interview-mexican-steel-industry-must-look-for-regional-strengthening-in-2025-canacero>.
59. Oskaras Alšauskas et al., “Global EV Outlook 2024. Avanzando hacia una mayor asequibilidad”, Agencia Internacional de Energía (AIE), 2024, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>.
60. Personal de MBN, “Las ventas de vehículos eléctricos y híbridos enchufables (VE) en México aumentan un 83,8 % en 2024”, Mexico Business News, 15 de enero de 2025, <https://mexicobusiness.news/automotive/news/mexicos-ev-and-phev-sales-surge-838-2024>.
61. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, “Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica”.
62. Nuccitelli, “¿Qué está haciendo México frente al cambio climático?”
63. “Adopción de vehículos eléctricos en México: ¿Qué nos depara el futuro?”, Frotcom Intelligent Fleets, 2024, <https://www.frotcom.com/blog/2024/04/electric-vehicle-adoption-mexico-what-does-future-hold>.
64. Frotcom Intelligent Fleets, “Adopción de vehículos eléctricos en México: ¿Qué nos depara el futuro?”
65. Aida Peláez-Fernández, “México fabrica muchos autos eléctricos, pero pocos mexicanos los conducen”, Reuters, 2023, <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/mexico-makes-lots-electric-cars-few-mexicans-drive-them-2023-03-21/>.
66. Jorge Alberto Rosas Flores et al., “Efectos de la eliminación de subsidios energéticos y la implementación de impuestos al carbono en el bienestar urbano, rural y de género: evidencia de México”, *Energies* 17, no. 9 (2024): 2237, <https://doi.org/10.3390/en17092237>.
67. Jordi Tovilla et al., *Caminos hacia una descarbonización profunda en México* (Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (SDSN) e Instituto para el Desarrollo Sostenible y las Relaciones Internacionales (IDTRI), 2015), https://ddpinitiative.org/wp-content/pdf/DDPP_MEX.pdf.
68. Daniel Buira et al., “Una vía de descarbonización profunda para toda la economía de México”, *Energy Strategy Reviews* 33 (enero de 2021): 100578, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100578>.
69. Tovilla et al., *Caminos hacia la descarbonización profunda en México*.
70. Marco Heredia y Beatriz Corral, “Gobernanza climática y federalismo en México”, en *Gobernanza climática y federalismo. Análisis comparativo de políticas del Foro de Federaciones*, ed. Alan Fenna et al. (Cambridge University Press, 2023), <https://doi.org/10.1017/9781009249676.012>.
71. Teresa Ter-Minassian, *Federalismo fiscal en teoría y práctica* (Fondo Monetario Internacional, 1997), <https://doi.org/10.5089/9781557756633.071>.
72. Mariela Dal Borgo, “Efecto de un choque de transferencias sobre la deuda subnacional: evidencia micro de México”, *Journal of Public Economics* 239 (noviembre de 2024): 105251.
73. Luis Felipe Muñoz et al., “México - Panorama general”, PwC, *Worldwide Tax Summaries*, abril de 2025, <https://taxsummaries.pwc.com/mexico>.
74. Ley General de Cambio Climático (2012), <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>.
75. Ley General de Cambio Climático.
76. Ley General de Cambio Climático.
77. Ley General de Cambio Climático.
78. Heredia y Corral, “Gobernanza climática y federalismo en México”.

79. Ley General de Cambio Climático.
80. Ley General de Cambio Climático.
81. Kalyan Keo et al., Reforzar La Acción Climática Para Alcanzar Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (PNUD, 2016), <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/1-44%20Climate%20Change-SP-final-web.pdf>.
82. Banco Mundial, “State and Trends of Carbon Pricing Dashboard”, Grupo del Banco Mundial, 1 de noviembre de 2023, <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/factsheets>.
83. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, “Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC)”, Gobierno de México, 18 de mayo de 2018, <http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-cambio-climatico-sinacc>.
84. Alina Averchenkova y Sandra L Guzman Luna, Ley General de Cambio Climático de México: Principales logros y retos a futuro (London School of Economics and Political Science (LSE), 2018), https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2018/11/Policy_report_Mexico%E2%80%99s-General-Law-on-Climate-Change-Key-achievements-and-challenges-ahead-29pp_AverchenkovaGuzman-1.pdf.
85. Heiner von Lupke y Mareike Well, “Análisis de la integración de políticas climáticas y energéticas: el caso de la transición energética mexicana”, Climate Policy, National Development and Mitigation Pathways, vol. 20, no. 7 (2020): 832–45, <https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1648236>.
86. Proyectos México, “Electricidad - Ciclo de Inversión”, Gobierno de México, 2025, <https://www.proyectomexico.gob.mx/es/como-la-infraestructura-mexicana/ciclo-de-inversion/electricidad/>.
87. Ley General de Cambio Climático.
88. Georgina Gutiérrez et al., “México apuesta por un nuevo modelo de planeación energética con un enfoque social y climático”, Garrigues, 19 de mayo de 2025, https://www.garrigues.com/es_ES/noticia/mexico-apuesta-nuevo-modelo-planeacion-energetica-enfoque-social-climatico.
89. Gutiérrez et al., “México apuesta por un nuevo modelo de planeación energética con un enfoque social y climático”.
90. Erick Gallego et al., Reformas al Sector Energético - Parte III: Ley de Planeación y Transición Energética (Greenberg Traurig, 2025), <https://www.gtlaw.com/en/insights/2025/2/reformas-al-sector-energetico--parte-iii--ley-de-planeacion-y-transicion-energetica>.
91. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, “Comisiones Estatales de Energía, Estados y Municipios”, Gobierno de México, <http://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/comisiones-estatales-de-energia-estados-y-municipios?state=published>.
92. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, “Comisiones Estatales de Energía, Estados y Municipios”.
93. Comisión Estatal de Energía - Baja California, “Energía Sustentable, Para Una Mejor Calidad de Vida”, Gobierno Del Estado - Baja California, 2024, <https://energiabc.gob.mx/Nosotros>.
94. Agencia de Energía del Estado de Campeche (AEEC), “Modelo de Participación”, AEEC, 2024, <https://agenciaenergiamexico.gob.mx/75-2>.
95. David L. Goldwyn y Cesar Emiliano Hernandez Ochoa, “La nueva Ley de Electricidad de México podría impulsar el sector energético del país. Pero aún quedan grandes interrogantes”, Atlantic Council, 11 de marzo de 2025, <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/mexicos-new-electricity-law-could-boost-the-countrys-energy-sector/>.
96. Hernan Gonzales Estrada et al., “México reestructura el sector eléctrico”, Norton Rose Fulbright, 2024, <https://www.projectfinance.law/publications/2024/november/mexico-restructures-the-electricity-sector/>.

97. Riccardo Bracho et al., Evaluación energética de la península de Yucatán: Vías para un sistema energético limpio y sustentable, 2021, <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/81142.pdf>.
98. Estrada et al., “México reestructura el sector eléctrico”.
99. Raquel Bierzwinisky et al., “México promulga nuevas leyes para el sector eléctrico”, Norton Rose Fulbright, 2025, <https://www.projectfinance.law/publications/2025/march/mexico-enacts-new-laws-for-the-power-sector/>.
100. Ley General de Cambio Climático.
101. Gobierno de la Ciudad de México, “Ciudad Solar”, Secretaría del Medio Ambiente, http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/ciudad_solar.html.
102. Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos (1917), <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>.
103. Estados Unidos Mexicanos, “Ley del Sector Eléctrico”, 18 de marzo de 2025, <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LSE.pdf>.
104. Gobierno de la Ciudad de México, “Ciudad Solar”.
105. Fernanda González, “Estos son los 10 obstáculos que frenan la transición a energías limpias en México”, WIRED, 25 de enero de 2024, 10, <https://es.wired.com/articulos/10-obstaculos-que-frenan-energias-limpias-en-mexico>.
106. Rainer Grote, tran., “México 1917 (Rev. 2007)”, Proyecto Constituir, https://www.constituteproject.org/constitution/Mexico_2007.
107. Gobierno de México, “Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales”, Gobierno de México, <https://www.gob.mx/semarnat>.
108. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, “Implementación de una estrategia nacional para mitigar las emisiones de metano del sector ganadero”, Gobierno de México, 21 de julio de 2025, <http://www.gob.mx/inecc/articulos/implementacion-de-una-estrategia-nacional-para-mitigar-las-emisiones-de-metano-del-sector-ganadero>.
109. Gobierno de México, “Comisión Nacional Del Agua”, Gobierno de México, <https://www.gob.mx/conagua>.
110. Grote, “México 1917 (Rev. 2007)”.
111. “Desarrollo de protocolo para proyecto ganadero en México”, Climate Action Reserve, <https://climateactionreserve.org/how/protocols/waste/mexico-livestock/dev/>.
112. Miles O'Brien y Will Toubman, “Los agricultores recurren a las algas marinas en un intento de reducir las emisiones de metano del ganado”, PBS News, 14 de abril de 2025, <https://www.pbs.org/newshour/show/farmers-turn-to-seaweed-in-attempt-to-reduce-methane-emissions-from-livestock>.
113. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2023), <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPGIR.pdf>.
114. El Instituto Global de Crecimiento Verde, Estrategia Subnacional de México 2022-2025 (El Instituto Global de Crecimiento Verde, 2023), <https://gggi.org/wp-content/uploads/2023/05/ESTRATEGIA-SUBNACIONAL-V4.pdf>.
115. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
116. Eliza Galeana, “Senado propone nueva ley de economía circular enfocada en biogás”, Mexico Business News, 20 de junio de 2025, <https://mexicobusiness.news/policyandeconomy/news/senate-proposes-new-circular-economy-law-focused-biogas>.
117. Paula García Holley et al., “Análisis de metano del sector de residuos mexicanos”, Clean Air Task Force, 28 de octubre de 2024, <https://www.catf.us/resource/mexican-waste-sector-methane-analysis/>.

118. Ley de Economía Circular de la Ciudad de México, Congreso de la Ciudad de México II Legislatura (2023), <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/640/775/796/640775796545e564034573.pdf>.
119. Holley et al., "Análisis de metano en el sector de residuos mexicanos".
120. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, "¿Qué Hacemos?" Gobierno de México, <https://www.gob.mx/semarnat/que-hacemos>.
121. "Normas Oficiales Mexicanas (NOM)", airCO2, <https://www.airco2.earth/en/resources/glossary/normas-oficiales-mexicanas-nom>.
122. Cooperacion Clima GIZ México, "NAMA PyME: Las PyMES Como Contribución a Una Economía Baja En Carbono", <https://cooperacionclima.com.mx/proyecto/detalle?id=9>.
123. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, "Subsecretaría de Transporte", Gobierno de México, 26 de marzo de 2024, <http://www.gob.mx/sct/acciones-y-programas/subsecretaria-de-transporte>.
124. Ciudades y Transporte Sustentable, "La digitalización del transporte público en las ciudades mexicanas", Ciudades y Transporte Sustentable, diciembre de 2024, https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/uploads/2024/12/executive_summary_the_digitalization_of_public_transport_in_mexican_cities.pdf.
125. Carlos Rosado van der Gracht, "Mercado de vehículos eléctricos muestra fuerte crecimiento en México", Revista Yucatán, 25 de marzo de 2025, <https://yucatanmagazine.com/vehiculo-electrico-mexico/>.
126. Michelle Meyer et al., Evaluación de las emisiones reales de vehículos de pasajeros y taxis en la Ciudad de México (The Real Urban Emissions Initiative, 2024), https://www.trueinitiative.org/media/792667/id-79-mexico-city-rs_report_final.pdf.
127. Buira et al., "Una vía de descarbonización profunda de toda la economía para México".
128. Comunicación Social Del Gobierno Del Estado De Jalisco, "Este domingo inicia operaciones Mi Transporte Eléctrico, la primera ruta eléctrica en México", 3 de julio de 2021, <https://www.jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/128670>.
129. Personal de MBN, "Puerto Vallarta presenta sistema de transporte público eléctrico", Mexico Business News, 6 de enero de 2025, <https://mexicobusiness.news/mobility/news/puerto-vallarta-unveils-electric-public-transport-system>.
130. Heredia y Corral, "Gobernanza climática y federalismo en México".
131. Estados Unidos Mexicanos, "Ley del Sector Eléctrico".
132. Comunicación Social Del Gobierno Del Estado De Jalisco, "Este domingo inicia operaciones Mi Transporte Eléctrico, la primera ruta eléctrica en México".
133. Bracho et al., Evaluación energética de la península de Yucatán: Vías para un sistema energético limpio y sustentable.
134. OCDE/PNUD, Invertir en el clima para el crecimiento y el desarrollo: argumentos a favor de contribuciones determinadas a nivel nacional mejoradas (OECD Publishing, 2025), <https://doi.org/10.1787/16b7cbc7-en>.
135. OCDE/PNUD, Invertir en el clima para el crecimiento y el desarrollo: argumentos a favor de unas NDC mejoradas.
136. Katherine Calvin et al., "Documentación de GCAM v7.1: Supuestos comunes," GitHub, 2024, <https://jgcri.github.io/gcam-doc/toc.html>.
137. L. Clarke et al., "Mitigación de emisiones de CO2 y avance tecnológico: un análisis actualizado de escenarios de tecnología avanzada," Departamento de Energía de EE. UU. y Laboratorio del Noroeste del Pacífico, 2008, <https://www.pnnl.gov/science/pdf/PNNL18075.pdf>.

138. Jae Edmonds et al., "Una evaluación integrada del cambio climático y la introducción acelerada de tecnologías energéticas avanzadas," *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 1, no. 4 (1997): 311–39, <https://doi.org/10.1007/BF00464886>.
139. C. A. Hartin et al., "Un modelo sencillo orientado a objetos y de código abierto para análisis científicos y de políticas del sistema climático global – Hector v1.0," *Desarrollo de Modelos Geocientíficos* 8, n° 4 (2015): 939–55, <https://doi.org/10.5194/gmd-8-939-2015>.
140. Menon y Stracca, Escenarios NGFS para Bancos Centrales y Supervisores - Fase IV.
141. Menon y Stracca, Escenarios NGFS para Bancos Centrales y Supervisores - Fase IV.
142. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México: Informe Del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2022.
143. Ember, "Electricity Data Explorer - Datos globales de electricidad de código abierto."
144. Ember, "Electricity Data Explorer - Datos globales de electricidad de código abierto."
145. Ember, "Electricity Data Explorer - Datos globales de electricidad de código abierto."
146. GEM, "Rastreador Global de Plantas de Petróleo y Gas."
147. GEM, "Rastreador Global de Plantas de Petróleo y Gas."