



México hacia un futuro libre de combustibles fósiles



PARLIAMENTARIANS FOR
A FOSSIL-FREE FUTURE

México hacia un futuro libre de combustibles fósiles



**PARLIAMENTARIANS FOR
A FOSSIL-FREE FUTURE**

CONTENIDO

01

INTRODUCCIÓN 6

MENSAJES CLAVE 8

RETOS DE LA DESCARBONIZACIÓN DE LA MOVILIDAD EN MÉXICO 12

1. Situación actual de la movilidad en México
2. Propuestas para una movilidad sustentable
 - a) Transporte público
 - b) Normas y estándares de eficiencia vehicular
 - c) Electromovilidad
 - d) Movilidad activa y no motorizada
 - e) Planeación urbana para la movilidad

02

DESCARBONIZACIÓN DE LA MATRIZ ELÉCTRICA CON FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

19

1. Contexto internacional
2. Situación actual de la matriz eléctrica
3. Conformación propuesta de la matriz energética (escenarios a 2030 y 2050)
4. Alternativas energéticas propuestas
5. Reconfiguración propuesta del sistema energético nacional (para la descarbonización de la matriz eléctrica, en términos de política pública e instituciones, incluidos los retos en planeación)

03

TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA E INCLUSIVA

25

1. Situación Actual
2. La Transición Energética Social Y Ambientalmente Justa
3. Capacidades Y Retos En Materia De Ciencias Y Tecnologías Para Avanzar En La Transición Energética Justa
4. Decrecimiento Y Consumo Crítico, Responsable Y Justo

REFERENCIAS

32

INTRODUCCIÓN

Este documento es el resultado de una investigación desarrollada por un grupo diverso de diputados mexicanos, miembros de la Red Global de Parlamentarios por un futuro libre de combustibles fósiles. Esta iniciativa parte de una preocupación genuina por la emergencia climática que se está presenciando en todos los rincones del planeta, causada por las actividades humanas, especialmente por la quema de combustibles fósiles, que según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), representan cerca del 80% de emisiones históricas de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En respuesta a este contexto, la Red Global de Parlamentarios ha iniciado un proceso de investigación de alcance global cuyo objetivo es evaluar el avance de la salida progresiva del carbón, petróleo y gas para cumplir con los compromisos internacionales del Acuerdo de París. En ese mismo sentido, diferentes países de las cinco regiones del planeta avanzan en investigaciones de alcance nacional.

Desde la COP 27 celebrada en Egipto en 2022, los diputados mexicanos miembros de la Red se han propuesto liderar este proceso en América Latina y el Caribe. Este grupo de legisladores quiso comprender cómo México debería avanzar en su transición energética y qué tanto podría alinearse con los compromisos climáticos. Es así como el presente documento México hacia un futuro libre de combustibles fósiles examina los avances, pero principalmente se enfoca en los caminos estratégicos y propuestas concretas para lograr una transición energética justa que responda a las circunstancias actuales del país. A lo largo de este documento el lector encontrará sugerencias y medidas de mitigación para que las Contribuciones Nacionalmente Determinadas de México (NDC) reflejen una mayor ambición, pero

al mismo tiempo sean técnicamente factibles y socialmente justas. Esto en línea con el análisis realizado y publicado por la Iniciativa Climática de México en NDC-SC en 2022.

La elaboración de la investigación, y por tanto de este producto, ha sido liderada por siete congresistas de cinco partidos políticos diferentes, lo que denota una clara preocupación por trabajar en un tema de interés común que nutra el debate a nivel nacional en sus diferentes ámbitos. Asimismo, un equipo técnico de alto nivel ha apoyado el desarrollo de la investigación y la elaboración del informe mismo. Como hito clave del proceso de investigación, se llevó a cabo una sesión de un día en el congreso mexicano a través de un Foro de Parlamento Abierto, en el que se invitaron expertos para así poder profundizar en la información. El documento presenta mensajes clave que sintetizan lo más importante que se deriva del análisis de diversos documentos de política pública, académicos y normativos. Está dividido en tres capítulos que corresponden a los tres temas estratégicos fundamentales. México tiene un potencial incomparable en su liderazgo climático y puede convertirse en un ejemplo para el resto de los países en su proceso de transición energética justa y equitativa.

Principalmente se enfoca en los caminos estratégicos y propuestas concretas para lograr una transición energética justa que responda a las circunstancias actuales del país.

México hacia un futuro libre
de combustibles fósiles



MENSAJES CLAVE

Las NDC de México deben ser ambiciosas y su implementación urgente y rápida para facilitar la descarbonización de los sectores clave de la economía. Como respuesta a la presión de la sociedad civil, a finales de 2022 México presentó nuevas metas de mitigación al 2030 consistentes en 35% de reducción de emisiones de manera no condicionada y hasta 40% condicionado a recibir apoyos internacionales. Estas metas más ambiciosas son necesarias y reflejan progreso, pero lo importante, de acuerdo con la Iniciativa Climática de México (ICM, 2022), es avanzar con eficacia y urgencia en la implementación de las acciones que integran las rutas de descarbonización de cada sector relevante. De acuerdo con el estudio realizado por ICM donde se consideraron las metas de mitigación al 30%, la inversión estimada necesaria para la implementación del compromiso no condicionado asciende a USD 105.640 millones para 2030, y a USD 255.997 millones de dólares para el cumplimiento del compromiso condicionado

La transición energética en México es factible y puede realizarse efectivamente con la tecnología que existe y con impulsos políticos que aprovechen la altísima variedad de medidas para los sectores transporte y eléctrico. Como en muchos países, la transformación del sistema energético requiere de voluntad política. Este asunto es el factor determinante para impulsar o frenar el proceso de transición de un sistema energético basado en petróleo, gas y carbón a uno de energías limpias y renovables.

México ya pasó su pico de producción petrolera en 2004 y la de gas en 2009. Mientras la demanda interna del petróleo crece, la oferta se viene agotando, lo que deja al país ante un escenario crítico. A la fecha se ha extraído el 88% del petróleo disponible y el proceso adquisitivo de este se ha encarecido exponencialmente. Desde 2004, la productividad por pozo se ha reducido 67% y los costos por extracción se han quintuplicado. El panorama de seguridad energética es crítico a menos que se emprendan decididamente acciones reales de transición energética en todo México.

Para cumplir con los objetivos de mitigación del cambio climático establecidos en el Acuerdo de París, se requieren cambios radicales en el sector del transporte a nivel

mundial. En México, el transporte motorizado es uno de los principales emisores de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En 2019, fue el segundo emisor de GEI más importante a nivel nacional después de las industrias de la energía, con un total de 148 MtCO_{2e}, el 20% de las emisiones totales del país. Este gran volumen de emisiones se relaciona con el alto consumo de combustibles fósiles y representa un gran potencial de mitigación.

La aplicación de la norma de eficiencia vehicular NOM 163 tendrá un potencial de reducción de 19.5 millones de toneladas de CO_{2e} por año al 2030. Para contar con una flota vehicular más eficiente y reducir sus emisiones, es indispensable actualizar la NOM-163. Una buena norma de emisiones GEI y de rendimiento de combustible en vehículos ligeros es uno de los instrumentos más costo-efectivos para la reducción de emisiones, además de que contribuiría a avanzar en la seguridad energética del país ya que favorecería reducir la demanda por gasolinas importadas.

Promover la movilidad activa y no motorizada contribuirá a reducir el uso del vehículo privado. Esto significa un potencial de reducción 7.5 millones de toneladas de CO₂ por año al 2030. Caminar y andar en bicicleta son las formas más limpias de desplazarse por una ciudad. Además de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y mejoramiento de la calidad del aire, ambas opciones de movilidad generan co-beneficios para la salud, seguridad vial y equidad. Para que sea una opción de movilidad atractiva, deben existir condiciones favorables de seguridad, conveniencia, cultura y confort para los ciclistas y los peatones. Esto implica adaptar las calles e infraestructura.

La planificación urbana debe favorecer la movilidad activa no motorizada y el transporte público masivo. Esto representa un potencial de reducción de 14.2 millones de toneladas CO₂ por año al 2030. Una buena planeación urbana permitirá a las personas vivir y realizar sus actividades sin la necesidad de realizar largos desplazamientos, o realizarlos de manera segura, rápida y cómoda en transporte público y modos de transporte más limpios. Las ciudades compactas, con usos de suelo mixtos, planeadas para incluir diversos modos de transporte y con suficientes espacios públicos, tendrán una menor huella de carbono al mismo tiempo que promoverán una mayor equidad.

Promover activamente el enfoque de “evitar-cambiar-mejorar” en la demanda de transporte. La jerarquía de manejo de la demanda de transporte para reducir emisiones comienza por EVITAR la necesidad de transportarse, después CAMBIAR la distribución de los viajes para reducir los viajes en automóvil y privilegiar la movilidad no motorizada y los viajes en transporte público y, en última instancia, MEJORAR la eficiencia de las tecnologías vehiculares convencionales, los combustibles y la infraestructura vial existente para reducir las emisiones.

El sector energético-eléctrico es clave para la descarbonización global y nacional, pues históricamente es el segundo con mayores emisiones de GEI en todo el país y un alto consumidor de fósiles. Será más relevante a medida que se electrifiquen otros sectores como el transporte y los procesos industriales. Los países con economías desarrolladas se han comprometido a lograr un sector eléctrico carbono cero para el 2035, sin embargo, México tiene una meta de renovables de apenas el 50% para el 2050.

La inversión necesaria para lograr la descarbonización del sector eléctrico es significativa y el sector público no podrá realizarla en solitario. Se han estimado 48 billones de dólares para esta inversión. Es importante fomentar e incluir la participación de la inversión del sector privado y de cooperación. Para ello, el sector público deberá crear las condiciones necesarias para atraer inversión y obtener financiamiento internacional a través de los diferentes mecanismos de cooperación.

Existen tecnologías de energía renovable maduras, accesibles y confiables, incluso con costos de implementación negativos de reducción de emisiones, que deben tener un despliegue rápido para en esta década para cumplir con los compromisos climáticos. También medidas de políticas públicas, de incentivos o regulatorias, entre otros, sin (o bajo) costo de implementación también incrementarán la penetración de renovables al sistema. Se debe incrementar la certidumbre y desincentivar las inversiones en sectores contaminantes. Adicionalmente, es necesario invertir en el desarrollo e investigación de nuevas tecnologías con gran potencial como el hidrógeno, baterías y flexibilización de la red.

La implementación de una ruta ambiciosa de energías renovables en México para 2030 (IRENA) brindaría la oportunidad de reducir la demanda total de carbón en un 62%, gas natural en un 21% y petróleo en un 6% con referencia en la demanda actual.

Es indispensable desarrollar un proceso de planeación de la transición energética a nivel nacional que integre al ejecutivo, al legislativo y a la sociedad civil. Este proceso deberá plasmar la ruta hacia la transición de la manera más específica posible, así como las acciones y programas necesarios para alcanzarla. Al ser un proceso de planeación, este deberá monitorearse y evaluarse periódicamente para identificar los avances y retrocesos en la materia.

Para construir la transición energética justa es necesaria la participación activa y estratégica de las poblaciones de los territorios en los cuales se pretenden gestionar nuevos proyectos energéticos. La participación de los gobiernos estatales y municipales, los consejos comunitarios y las asambleas ejidales, barriales o populares, tanto en los ámbitos rurales como en los urbanos, es fundamental.

La clase política actual tiene la oportunidad de imaginar, diseñar y sentar las bases para lograr una transformación del modelo energético predominante que contribuya a enfrentar la emergencia climática, de tal manera que se logren diversificar las fuentes de energía y se democratice la toma de decisiones desde el ámbito local, donde mujeres, hombres, personas indígenas, poblaciones rurales y urbanas puedan tomar decisiones sobre sus propios territorios.

El paradigma de desarrollo predominante, fundado en una visión de crecimiento económico ilimitado e impulsado por un modelo consumista y derrochador de recursos, es energéticamente insostenible. El planeta posee límites finitos, por lo que se requiere una drástica reducción del consumo de energía, materiales y productos, lo cual implica una mayor eficiencia energética, movilidad sostenible, decrecimiento en el ámbito material de la economía y un consumo crítico, responsable y justo.

DESDE UN TRABAJO CONJUNTO ENTRE DIVERSOS GRUPOS PARLAMENTARIOS, LOS FIRMANTES DE ESTE DOCUMENTO NOS COMPROMETEMOS A:



Crear marcos legales enfocados en desarrollar una transición energética justa y en no aumentar la dependencia a los combustibles fósiles.



Destinar los recursos necesarios en el Presupuesto de Egresos de la Federación en concordancia con los compromisos de París.



Trabajar en un sistema de revisión y evaluación periódica sobre los avances del Ejecutivo en los temas de transición energética y cumplimiento de los compromisos climáticos.



Reformar los marcos legales y normativos para acelerar la des-fosilización del transporte y la matriz de generación eléctrica como se apunta en este documento.



Incluir el concepto de justicia en las discusiones y proyectos relacionados con la transición energética y la acción climática.

DIPUTADOS QUE FIRMARON:

Dip. Mario Alberto
Rodríguez Carrillo

Dip. Alberto
Villa Villegas

Dip. Eduardo Enrique
Murat Hinojosa

Dip. Sayonara
Vargas Rodríguez

Dip. Javier
López Casarín

Dip. Braulio
López Ochoa Mijares

Dip. Marcelino
Castañeda Navarrete



Incluir el **concepto de justicia** en las discusiones y proyectos relacionados con la **transición energética** y la **acción climática**.



01

RETOS DE LA DESCARBONIZACIÓN DE LA MOVILIDAD EN MÉXICO

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA MOVILIDAD EN MÉXICO

En la encrucijada del transporte y el cambio climático, se presenta uno de los desafíos más apremiantes de nuestros tiempos. El transporte no solo constituye una parte significativa de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) relacionadas con la energía, sino que también su contribución crece a un ritmo acelerado, superando a otros sectores. Este capítulo explora la compleja dinámica de este fenómeno, examinando las cifras clave y tendencias que delimitan la relación entre el transporte y el cambio climático en México. Es urgente implementar cambios significativos en el sector del transporte para lograr los objetivos de mitigación establecidos en el Acuerdo de París y así conducir a México a un futuro menos dependiente de los combustibles fósiles. Las NDC juegan un papel crucial en esta transformación.

El transporte representa una parte considerable y en constante crecimiento de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y carbono negro, entre otros, relacionadas con la energía a nivel global. Conforman aproximadamente una cuarta parte de estas emisiones y su contribución está aumentando más rápido que la de cualquier otro sector, incrementándose en un 2.5 por ciento al año – dato para el periodo 2010-2015 (IEA 2017, citado en Fransen, 2019). Para cumplir con los objetivos de mitigación del cambio climático se requerirían cambios transformadores en el sector del transporte. En 2019, las emisiones directas de gases de efecto invernadero (GEI) del sector del transporte a nivel mundial alcanzaron los 8.7 GtCO₂-eq (en comparación con los 5.0 GtCO₂-eq en 1990) y representaron el 23% de las emisiones globales de CO₂ relacionadas con

la energía. El 70% de las emisiones directas del transporte provinieron de vehículos terrestres, mientras que el 1%, el 11% y el 12% provinieron de ferrocarriles, transporte marítimo y aviación, respectivamente. Las emisiones de transporte en las regiones en desarrollo del mundo han aumentado más rápidamente que en Europa o América del Norte, una tendencia que probablemente continuará en las décadas venideras (Jaramillo et al 2022: 1052).

De acuerdo con Iniciativa Climática México (ICM, 2022: 344, 375-376), el transporte motorizado es uno de los principales emisores de GEI en México. En 2019, fue el segundo emisor de GEI más importante a nivel nacional después de las industrias de la energía, con un total de 148 MtCO₂e, el 20% de las emisiones totales del país. Este gran volumen de emisiones se relaciona directamente con el alto consumo de combustibles fósiles, y representa un gran potencial de mitigación. El transporte carretero es el principal emisor con un 92.2% de las emisiones del sector, seguido por la aviación, el transporte marítimo y, por último, el ferroviario. Entre 2010 y 2019 se ha observado una reducción en emisiones GEI del sector transporte: mientras que en 2010 se produjeron 164 MtCO₂, en 2019 la cantidad llegó a 148 MtCO₂, es decir un 10% menos. La evolución de las emisiones del sector no ha tenido un comportamiento lineal; de 2013 a 2016 las emisiones incrementaron a una tasa media de crecimiento anual (TMCA) positiva, pero en los últimos años su comportamiento ha sido más bien oscilatorio.

Con referencia en el consumo de energía, los cálculos elaborados por Iniciativa Climática de México (ICM, 2022) muestran que el sector transporte consumirá 3,304 PJ en 2030, habiendo crecido a una tasa media de crecimiento anual de 7.84% durante la década de 2020. El consumo de

electricidad de los vehículos eléctricos será de 4,486 GWh en el 2030, con un crecimiento exponencial durante la década proyectada. Esto se debe a la penetración ascendente de los vehículos eléctricos y a que la electricidad consumida por el transporte público no varía de manera significativa durante el periodo. El crecimiento del parque de vehículos eléctricos se ajustó conforme a lo proyectado en el PRODESEN 2022 – 2026 y a lo establecido en la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME), donde los autores estimaron la entrada de alrededor de 800 mil vehículos eléctricos al 2030 (Octaviano, 2022 citado en ICM, 2022).

ICM (2022) calculó la proyección de emisiones de GEI de 2020 a 2030 y se obtuvo a través del producto entre la demanda de transporte por el consumo de energía específico y el factor de emisión de GEI del combustible evaluado. Estas emisiones se calcularon con un año base de referencia o de inventario, el cual se fijó en 2013 por ser el año con más información disponible. El resultado de la proyección de emisiones indica que, para 2030, el sector transporte emitirá 248.9 MtCO₂e, a una TMCA de 8.1% durante el periodo que resta de la década de 2020. Este resultado contempla la disminución en la demanda del 2020 debido a la pandemia sanitaria de COVID-19.

Así pues, la mejora en movilidad es clave para alcanzar las metas establecidas a nivel nacional para cumplir con el Acuerdo de París. Las NDC pueden ayudar a corregir el rumbo. Sin embargo, aunque la mayoría de los países mencionan el transporte en sus NDC, pocos aprovechan la gama completa de soluciones disponibles y menos de una quinta parte especifica objetivos cuantitativos para el transporte (Fransen, 2019).

2. PROPUESTAS PARA UNA MOVILIDAD SUSTENTABLE

Para cumplir con el Acuerdo de París es necesario reducir a la mitad las emisiones de este sector a escala global. Esta reducción no será posible únicamente con la transformación tecnológica de los diferentes modos de transporte. Gran parte de la flota seguirá utilizando combustibles fósiles durante varios años más. Mientras se completa

la conversión tecnológica, es necesario tomar otras medidas que reduzcan el número de viajes requeridos en vehículos de motor.

La jerarquía de manejo de la demanda de transporte para reducir emisiones comienza por EVITAR (AVOID) la necesidad de transportarse, después CAMBIAR (SHIFT) la distribución de los viajes para reducir los viajes en automóvil y privilegiar la movilidad no motorizada y los viajes en transporte público y, en última instancia, MEJORAR (IMPROVE) la eficiencia de las tecnologías vehiculares convencionales, los combustibles y la infraestructura vial existente para reducir las emisiones. Esta jerarquía no solo reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, también la congestión vial, los niveles de ruido, los tiempos de traslado, los accidentes viales y las emisiones de otros contaminantes cuyos impactos en mortalidad y morbilidad están ampliamente documentados.

a) Transporte público

De acuerdo con el Grupo de Liderazgo Climático C40 (C40, 2022), esta década debe duplicarse la proporción de viajes en transporte público en las ciudades del mundo para estar en la trayectoria de 1.5°C. El cambio modal requiere mejorar el diseño y la planeación urbanos, pero también una oferta de transporte público diversa que se ajuste a las necesidades de las diferentes zonas urbanas, mejores unidades de transporte (menos contaminantes, más seguras, cómodas, incluyentes), mejor infraestructura (estaciones seguras, iluminadas, accesibles, bien ubicadas, cómodas, incluyentes), rutas mejor planificadas atendiendo a las demandas de todos los sectores de la población y de bajo costo, todo lo necesario para reducir lo máximo posible las barreras al cambio de transporte privado hacia el transporte público. Por esta razón, ICM (2022) propone dos grandes medidas de mitigación en el sector mencionado: a) Optimización de las rutas de transporte público en las zonas metropolitanas, b) Modernización de las rutas de transporte público en las zonas metropolitanas.

Optimización de las rutas de transporte público en las zonas metropolitanas



La medida plantea optimizar las rutas de transporte público para las zonas metropolitanas con los objetivos de:

- Atraer la elección de quienes utilizan vehículos particulares hacia el transporte público mediante un servicio más rápido, eficiente, limpio, confiable, cómodo y seguro para todas y todos.
- Optimizar la eficiencia del servicio, al reducir los tiempos de viaje y transbordo e incrementar la confiabilidad de los horarios mediante operaciones e infraestructura de transporte público y de rutas.
- Fomentar, mediante las características descritas en los dos puntos anteriores, que las personas usuarias de transporte público existentes no cambien de modo de transporte hacia vehículos particulares al aumentar sus ingresos.
- Reducir la exposición de los peatones y ciclistas a los riesgos de lesiones o fallecimiento por accidentes con vehículos de transporte privados.
- Garantizar el derecho a la movilidad con seguridad vial.

Para el escenario no condicionado se propone que esta medida comience en el año 2024 y llegue hasta el 2040, lo cual tendrá como resultado la eliminación del 15.5% de la flota de autobuses a nivel nacional al optimizar las rutas de transporte público. Dado que existen 74 zonas metropolitanas en el país, se propone que durante cada año se integren entre 4 o 5 zonas metropolitanas al esquema con el objetivo de que en 2040 todas hayan implementado mejoras en su sistema de transporte público. Esto equivale a que, en 2030, se cuente con una mitigación de 1.58 MtCO₂e y durante esta década se hayan evitado 6.30 MtCO₂e (ICM, 2022).

Modernización de las rutas de transporte público en las zonas metropolitanas.

La reducción del uso de los vehículos particulares también se vincula con el mejoramiento de la calidad del transporte público y el fomento a los modos de transporte no motorizados. Esta medida propone diseñar el transporte público de manera integrada, es decir, crear estaciones especializadas que se compartan entre las categorías de transporte público, generan-

do una red de transporte urbano intermodal y eficiente. Se propone que para el escenario no condicionado las 74 zonas metropolitanas cuenten con al menos con una ruta de BRT de aproximadamente 7 km lineales, donde cada ruta cuente con alrededor de 26 autobuses de tránsito rápido. Lo que significa que anualmente entre 9 o 10 ciudades incorporen esta tecnología dentro de su flota del transporte público. Esta medida mitigaría en 2030, 1.9 MtCO₂e, lo que equivale a reducir 8.3 MtCO₂e durante esta década, considerando el cambio tecnológico y el cambio modal de las personas que utilizan su vehículo particular previo a la mejora del transporte público (ICM, 2022).

Al mismo tiempo y de manera complementaria, las autoridades locales pueden establecer regulaciones para restringir la circulación en Zonas de Baja Emisión, reducir la velocidad, establecer máximos en el número de cajones de estacionamiento y parquímetros, eliminar los subsidios a los combustibles, establecer cargos por congestión, transporte no motorizado/eléctrico de última milla (para la entrega de mercancías), que son barreras para los vehículos de combustión. El cambio modal no solo contribuye a reducir la contaminación y mejorar la salud de la población, también significa la creación de miles de empleos para la operación y el mantenimiento del sistema de transporte.

b) Normas y estándares de eficiencia vehicular

De acuerdo con el Consejo Internacional de Transporte Limpio (ICCT, 2022:1-2), el Gobierno de México a través de las Secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Energía, y Economía, publicó en septiembre de 2018 el proyecto de modificación de la NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI- 2013 (NOM 163), norma de rendimiento de combustible para vehículos ligeros. La vigencia propuesta fue de 2017 a 2025 y asume los siguientes resultados potenciales:

- 53 % de aumento del rendimiento de la flota de vehículos ligeros en 2025
- 27.5 millones de toneladas acumuladas de bióxido de carbono (MtCO₂e) reducidas en el
- periodo 2017-2025, en comparación con los niveles de 2016

- 18.5 MtCO₂e de reducción de emisiones en 2030. Equivalente a 9 % de la meta de reducción
- de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la NDC, publicada en 2017
- 1277 millones de barriles de gasolina ahorrados en el periodo 2017-2037, que se traducen en 477 millones de toneladas de emisiones evitadas de CO₂e

Sin considerar la aplicación de los créditos establecidos en la misma norma, los vehículos ligeros que comercialicen los corporativos, deberán alcanzar un rendimiento promedio de uso de combustible de 23.7 km/l en 2025, partiendo de 15.5 km/l, alcanzado en 2016. Sin embargo, algunas de las flexibilidades que la norma incluye para facilitar su cumplimiento reducen la exigencia de los límites anuales, lo que provocará una pérdida de su efectividad hasta en 30 % del total de las reducciones de GEI estimadas para el año 2030 (ICCT, 2022).

La norma de eficiencia vehicular NOM 163 tiene un potencial de mitigación de 19.5 millones de toneladas de CO₂ equivalente por año al 2030. Para poder contar con una flota vehicular más

eficiente y reducir sus emisiones es indispensable actualizar la NOM-163 ya que desde 2013 el estándar de eficiencia vehicular se estancó, mientras que en otros países ha habido un avance acelerado. Una buena norma de emisiones GEI y rendimiento de combustible en vehículos ligeros (NOM-163) es uno de los instrumentos más costo-efectivos para la reducción de emisiones, además de que contribuiría a avanzar en la seguridad energética del país ya que ayuda a reducir la demanda por gasolinas importadas. ICM (2022) había planteado que el inicio de la aplicación de esta norma fuera en 2023, lo que indica que, para 2030, el rendimiento de combustible promedio de los nuevos vehículos sería de 27.96 km/litro para vehículos particulares y 19.69 km/litro para camionetas ligeras. Esto equivaldría a que, en 2030, el 31.7% de los vehículos ligeros en circulación cuenten con los límites actualizados de la NOM y se ahorre el 12.85% del consumo de combustible. Esta medida influiría en una reducción de 19.5 MtCO₂e para el año 2030 (ICM, 2022).

El proyecto de norma presentado en junio de 2023 por la Secretaría de Economía y SEMARNAT contiene demasia-

das flexibilidades y compensaciones para la industria que sólo ocurren en México, como los créditos por tecnologías híbridas y eléctricas, que son, respectivamente, 5 y 13 veces mayores que en otras regulaciones internacionales similares. Ante esta situación, el potencial de reducción de emisiones de la NOM-163 es de solo la mitad. De aprobarse como está planteada habría una regresividad en la ambición climática.

c) Electromovilidad

El tema de la electromovilidad ha cobrado una gran relevancia en los últimos años en lo que respecta al desarrollo de tecnologías y políticas públicas destinadas a promover la transición hacia una movilidad libre de emisiones. Según Jaramillo et al. (2022:1120), los vehículos eléctricos (VE) desempeñan un papel fundamental al utilizar electricidad de bajo contenido en carbono, ya que representan un mecanismo altamente efectivo para reducir de forma considerable las emisiones de GEI provenientes de las prin-





principales fuentes de contaminación en el sector del transporte, que incluye automóviles, motocicletas, mototaxis, autobuses y camiones.

El potencial de mitigación de los VE depende de la descarbonización del sistema eléctrico. Los VE pueden cargarse con energía renovable en hogares o empresas antes o en paralelo a la transición a una energía eléctrica de bajo contenido de carbono en la red. La electromovilidad está avanzando rápidamente en la micromovilidad (e-mototaxis, e-scooters, e-bicicletas) y en los sistemas de transporte público, especialmente los autobuses. La adopción de VE también se está acelerando para los automóviles particulares. Los VE pueden utilizarse en la estabilización de la red a través de aplicaciones de carga inteligente. Las baterías de iones de litio (Li-Ion) de última generación disponibles en 2020 son superiores a las tecnologías de celdas alternativas en términos de vida útil de la batería, densidad de energía, energía específica y costos. Las mejoras esperadas en las baterías de Li-Ion sugieren que estos elementos químicos seguirán siendo superiores a las tecnologías alternativas de baterías a medio plazo, por lo que las baterías de Li-Ion seguirán dominando el mercado de vehículos eléctricos (Jaramillo et al 2022:1120).

La dependencia de los metales de las baterías de Li-Ion seguirá siendo una preocupación desde la perspectiva de la disponibilidad de recursos y los costos. Sin embargo, la demanda de estos metales es mucho menor que las reservas disponibles, con muchas minas nuevas que están comenzando a operar en respuesta al nuevo mercado, especialmente en diversos lugares del mundo. El reciclaje de baterías reducirá significativamente la demanda de estos minerales a largo plazo. La estandarización de módulos y empaques de baterías dentro y entre plataformas de vehículos, así como un mayor enfoque en el diseño para la reciclabilidad, son importantes. Muchos fabricantes de movilidad y gobiernos están considerando el reciclaje de baterías para asegurar que el proceso se integre en la corriente principal. La condición habilitante más significativa en la electromovilidad es proporcionar oportunidades de recarga eléctrica (Jaramillo et al 2022:1120).

Los vehículos eléctricos en México ya son una realidad como alternativa de transporte cero emisiones. ICM (2022)

hizo cálculos relativos a las toneladas de CO₂e que pueden ser mitigadas (escenario no condicionado) mediante la introducción de vehículos eléctricos de baterías como vehículos híbridos enchufables: 118 MtCO₂e para el año 2030 y un acumulado de 46.9 MtCO₂e durante esta década. Respecto al consumo de electricidad de la electromovilidad bajo el escenario no condicionado, se estima que en 2030 los vehículos eléctricos serán responsables de consumir 12,745 GWh, lo cual es 2.84 veces más a lo estimado en el escenario tendencial, por lo que se deben generar políticas y regulación referentes a las buenas prácticas en las horas de carga de los vehículos con el objetivo de no influir en la demanda y capacidad del Sistema Eléctrico Nacional. Bajo el escenario condicionado, se estima que en 2030 los vehículos eléctricos serán responsables de consumir 20,218 GWh, lo cual es 4.5 veces más a lo estimado en el escenario tendencial y 58% más de lo planteado en el escenario no condicionado.

Es importante que la adopción de vehículos eléctricos de baterías esté acompañada de una priorización y masificación del uso del transporte público y de la movilidad no motorizada frente a los vehículos privados de pasajeros. También se debe considerar que las recargas que se realicen a las baterías de los vehículos eléctricos deben provenir de fuentes de energía renovable, de lo contrario esta medida no alcanzaría todo su potencial de mitigación. Asimismo, es preciso fortalecer las condiciones habilitadoras que favorecen el desarrollo de la electromovilidad en el país, como incrementar la infraestructura de carga existente de manera homogénea, adecuar el marco jurídico para los sistemas de recarga, así como de los vehículos eléctricos y las baterías. Además, proveer incentivos para las compañías productoras, así como para los usuarios finales, fortaleciendo toda la cadena de valor de la electromovilidad (ICM, 2022).

d) Movilidad activa y no motorizada

La promoción de la movilidad activa y no motorizada tiene numerosos beneficios como son la reducción de la contaminación del aire, la disminución del tráfico, la mejora en la salud física y mental de las personas y la reducción de

los costos de transporte. Además, fomenta la interacción social y la comunidad en áreas urbanas al hacer que las calles sean más amigables para los peatones y ciclistas, promueve la identidad comunitaria local y genera oportunidades de valoración de la estética y de la arquitectura. Caminar y andar en bicicleta son las formas más limpias de desplazarse por una ciudad. Además de los beneficios relacionados con la no emisión de gases de efecto invernadero y calidad del aire, ambas opciones de movilidad generan co-beneficios en salud, seguridad vial, equidad y menor congestión vial. Para diversificar las opciones de movilidad, muchas ciudades están invirtiendo en infraestructuras y políticas que fomentan su uso, seguridad y apropiación socio-espacial. Algunos ejemplos de movilidad activa y no motorizada incluyen:

1. Caminar: Desplazarse a pie es una de las formas más simples y efectivas de movilidad activa. Es una opción accesible para la mayoría de las personas y puede utilizarse para viajes cortos, como ir a la tienda, al trabajo o a la escuela.
2. Andar en bicicleta: Montar en bicicleta es otra forma de movilidad activa que es amigable con el medio ambiente. Las bicicletas son una opción versátil para recorridos de mediana distancia y ofrecen beneficios para la salud, además de reducir la congestión del tráfico y las emisiones de GEI.
3. Patinar: El uso de patines en línea o patinetas también es una forma de movilidad activa. Si bien puede ser menos común que caminar o andar en bicicleta, es una opción divertida y eficiente para algunos desplazamientos.
4. Scooters y monopatines eléctricos: Aunque los scooters y monopatines eléctricos cuentan con motores, se consideran parte de la movilidad activa y no motorizada cuando se utilizan de manera compartida o personal, ya que requieren que el usuario participe activamente en su funcionamiento.
5. Movilidad peatonal: La planificación urbana que prioriza a los peatones crea entornos más seguros y agradables para caminar. Esto incluye aceras amplias y confiables, cruces de peatones seguros y zonas peatonales.

Cálculos de ICM (2022) determinaron que, si se incentiva el uso de la bicicleta mediante el fortalecimiento de infra-

estructura ciclista, se podría incrementar 5% de su uso, lo que implicaría un ahorro del 4.06% de los kilómetros recorridos y una mitigación de 5.72 MtCO_{2e} con una reducción total de 23.19 MtCO_{2e} durante 2020-2030. En particular, el costo marginal de abatimiento al año 2030 por el desarrollo de infraestructura para la movilidad activa y no motorizada es de -207.26 USD/tCO_{2e}, mientras que el costo marginal de abatimiento a lo largo de la vida es de -272.37 USD/tCO_{2e}, que representa la medida más costo-efectiva de todas las medidas de mitigación analizadas por ICM.

Para que la movilidad activa y no motorizada sea una opción atractiva para los distintos sectores de la población, deben existir condiciones favorables de conectividad, seguridad, conveniencia, cultura y confort para los ciclistas y las personas a pie. Esto implica adaptar las calles e infraestructura para

ampliar las banquetas, construir ciclovías o plantar arbolado. Sin embargo, puede ser un desafío político y social debido a la oposición de grupos que pudieran verse afectados negativamente.

Es claro que las autoridades locales deben diseñar programas no solo para construir la infraestructura necesaria, sino para promover el cambio de comportamiento colectivo e individual y una cultura favorable a ciclistas y peatones. Deben complementarse con medidas de gestión de la demanda vehicular para desincentivar el uso desmedido del automóvil como pueden ser las zonas de bajas emisiones, cargos por congestión, gestión del estacionamiento, entre otros. También debe existir una estrecha coordinación entre la política de movilidad a nivel federal y la local, en donde se complementen las fuentes de financiamiento de proyectos y se alineen con la inversión para la planeación urbana. Ciudades como Bogotá, Copenhague, Montreal, Sevilla y Barcelona muestran que la transición puede ser rápida y profunda. En la Ciudad de México se ha ampliado la red de ciclovías y ha aumentado su uso. De acuerdo con datos del gobierno de la Ciudad de México, para febrero de 2022 la presente administración ha construido 200 km de ciclovías y esperan llegar a 400 km en 2024¹

¹ <https://gobierno.cdmx.gob.mx/noticias/ciclovias/> consultado el 10/10/2023.



e) Planeación urbana para la movilidad

En general, las ciudades mexicanas han sido concebidas en torno al concepto de calle para el uso de automóvil privado de combustión interna. El diseño urbano podría incidir en la destinación de usos de suelo que a mediano y largo plazo pudieran fomentar una movilidad activa, no motorizada y una electromovilidad, en transición hacia la descarbonización del transporte. Sin embargo, se ha visto que en las últimas décadas la planeación urbana se ha restringido principalmente a la regulación de los usos de suelo en la interfase periurbana, en el mejor de los casos construyendo urbanizaciones cerradas (gated-communities) para sectores de alto ingreso, lo que de hecho ha incrementado las distancias entre vivienda, centros de trabajo y esparcimiento.

Así, la planeación urbana para la movilidad sustentable enfrenta el gran desafío de intervenir en la ciudad ya consolidada para transformar el espacio público en zonas y corredores que faciliten la conectividad, reduzcan las distancias y los costos de los desplazamientos.

De acuerdo con Leo, Morillón, & Silva (2017: 300) la planificación desempeña un papel muy importante en las políticas de movilidad urbana. Las políticas de mejora de la movilidad implican ofrecer incentivos para el uso más eficiente de los modos de transporte existentes. Para lograrlo, es necesario implementar estrategias dirigidas a cambiar el comporta-

miento de viaje de las personas y dar prioridad a modos de transporte como caminar, andar en bicicleta, el transporte público eléctrico, el trabajo desde casa, el uso compartido de vehículos, entre otros, por encima del uso de automóviles de propiedad privada. Dicho lo anterior, una adecuada planeación urbana permitiría a las personas vivir y realizar sus actividades sin la necesidad de realizar largos desplazamientos, o bien, de realizarlos de manera segura, rápida y cómoda en transporte público y modos de transporte más limpios. Esta condición facilita lograr una independencia sistemática de los combustibles fósiles.

La descarbonización del transporte implica un cambio en el paradigma urbano que ha estado centrado en el automóvil privado y una transición a modos de movilidad cero emisiones. En general, se acepta que las autoridades locales mexicanas tienen el reto de transformar las ciudades en entornos más sanos y seguros, incluyentes, que garanticen el libre flujo de personas y mercancías, que promuevan la cohesión social y, a la vez, contribuyan a la descarbonización del transporte.

Habría que verificar hasta dónde lo planteado en este capítulo coincide con la realidad de México y puede ser implementado como parte de una visión de ciudad que favorezca la descarbonización de la movilidad, pues existen barreras socio-económicas y políticas que dificultan la implementación de las medidas referidas.

02

DESCARBONIZACIÓN DE LA MATRIZ ELÉCTRICA CON FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

1. CONTEXTO INTERNACIONAL.

El éxito de la transición energética depende de una transformación del sector energético global; esto significa pasar de fuentes de energía basadas en combustibles fósiles a fuentes de cero emisiones de carbono para el 2050. Esto contribuirá a limitar el aumento de la temperatura global entre 1.5-2 °C por encima de los niveles preindustriales.

De acuerdo con el Foro Económico Mundial, el sector eléctrico es la fuente más grande de emisiones de GEI, que se incrementaron en un 1.3% en 2022 alcanzando su pico máximo (WEC, 2023²). La hoja de ruta de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023) indica que los países desarrollados deben lograr neutralidad en el sector eléctrico para el 2035, mientras los países en vías de desarrollo lo deben lograr para el 2040. Además, proyectan que el sector eléctrico será el primer sector en lograr neutralidad de carbono, lo cual es importante con la tendencia de electrificación de otros sectores como el transporte y los procesos industriales.

Con el fin de lograr las metas del Acuerdo de París es necesario invertir 5.7 billones de dólares cada año hasta el 2030. La mayoría del capital de las inversiones serán del sector privado, sin embargo, es necesaria una aportación pública para catalizar el financiamiento privado y, sobre todo, crear un entorno propicio (políticas públicas, marco regulatorio, incentivos, entre otros) para una transición que aporte ganancias socioeconómicas óptimas, incluyendo empleos relacionados con la transición y el producto interno bruto.



En junio de 2021, los líderes del G7 se comprometieron a alcanzar la “neutralidad de carbono a más tardar en 2050”. Incluso, en abril de 2021, Estados Unidos fijó el objetivo de crear un “sector eléctrico libre de contaminación por carbono para 2035”.

² <https://www.weforum.org/agenda/2023/04/decarbonization-of-the-power-sector-is-underway-power-sector-emissions-may-have-peaked-in-2022-as-wind-and-solar-reached-record-heights/>

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA MATRIZ ELÉCTRICA³

México tiene la meta no condicionada para el 2030 de reducir sus emisiones en un 35% (mayor al 22% que se tenía previamente establecido en la primera versión de los NDCs 2020). Asimismo, la meta condicionada es de reducir en un 40% las emisiones para el año 2030, sólo si se aumenta el financiamiento internacional, la innovación y transferencia tecnológica. A diferencia de otros países México no cuenta con un escenario cero neto, sólo tiene una meta de reducción de emisiones del 50% para el 2050 (SEMARNAT, 2022).

En 2020, México emitió 609.07 millones de toneladas de CO₂e, lo que representa el 1.35% de las emisiones globales. El sector energético emitió, entre 2000 y 2019, 71% del total de emisiones nacionales (INECC 2019b). El sector eléctrico es el segundo mayor emisor de GEI lu-

ego del transporte, de acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero del 2019: 23.3% (171 MtCO₂e). Las metas asociadas al sector son:

- La Ley General de Cambio Climático define la meta de reducción del 31%
- La Ley de Transición Energética fija la participación mínima de energías limpias en electricidad de 25% para el 2018, 30% para el 2021, 35% para el 2024, 38.2% en el 2030 y el 50% para el 2050%.

En México, el 69% de la electricidad producida a nivel nacional proviene de fuentes de energía convencionales (combustibles fósiles), siendo ciclo combinado la tecnología predominante (Prodesen 2023-2037).

Tabla 1. Capacidad instalada interconectada de la CFE y permisionarios (MW)⁴

TECHNOLOGY	2019	2020	2021	2022
Hidroeléctrica	12.612	12.612	12.614	12.612
Geotermoeléctrica	899	951	976	976
Eoloeléctrica	6.050	6.504	6.977	6.92
Fotovoltaica	3.646	5.149	5.955	6.535
Bioenergía	375	378	378	408
Suma limpia renovable	23.582	25.594	26.899	27.453
Nucleoeléctrica	1.608	1.608	1.608	1.608
Codeneración Eficiente	1.720	2.305	2.305	2.308
Suma limpia no renovable	3.318	3.913	3.913	3.916
Total capacidad de energía eléctrica limpia	26.900	29.506	30.812	31.369
Porcentaje	34.3	35.5	35.8	36.0
Ciclo Combinado	30.402	31.948	33.640	34.413
Térmica Convencional	11.831	11.809	11.793	11.343
Turbogás	2.960	3.545	3.744	3.815
Combustión Interna	891	850	701	728
Carboeléctrica	5.463	5.463	5.463	5.463
TOTAL	78.447	83.121	86.153	87.130

Fuente:
SENER (2023)

³ Matriz eléctrica incluye la capacidad instalada y generación por tipo de combustible o fuente energética

⁴ No se incluyen centrales en pruebas

En el año 2022 las adiciones en capacidad los ciclos combinados fueron el tipo de plantas más instaladas (772 MW), en segundo lugar, fueron las plantas solares fotovoltaicas (580 MW). Por otro lado, las plantas que están en pruebas para entrar en operación al 31 de diciembre del 2022, son principalmente de energía limpia renovables 1,811 MW (fotovoltaica y eólica), mientras que las plantas de ciclo combinado son 883 MW. (SENER, 2023).

3. 3. CONFORMACIÓN PROPUESTA DE LA MATRIZ ENERGÉTICA (ESCENARIOS A 2030 Y 2050)

VISIÓN INTERNACIONAL

La Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023) pronostica un aumento del 50% en la capacidad total de energía basada en fuentes renovables en el mundo entre 2019 y 2024. En el estudio Cero Emisiones Netas para el 2050 de la IEA (2023) concluye que se deben invertir a nivel mundial alrededor de USD \$4 trillones en energías limpias que crearían millones de trabajos y crecimiento económico. Al respecto, se identificaron medidas a considerar:

- Para el 2030 es necesario invertir en tecnologías comercialmente disponibles, sin embargo, para el 2050, las inversiones se enfocarán en tecnologías que hoy están en fases demostrativas o en prototipos.
- En 2025, el 50% de la electricidad deberá provenir de plantas bajas en emisiones, tampoco se venden boilers.
- En el 2030, 60% de los autos deberán ser eléctricos
- En el 2035, economías avanzadas con emisiones neta cero en el sector eléctrico.
- En el 2040, la electricidad proveerá el 40% de las necesidades de la industria (electrificación).
- En el 2045, ningún camión de combustión interna es vendido y 50% de la demanda de calor se suministrará con bombas de calor (electrificación).
- En el 2050, 90% de la electricidad proviene de energías renovables y habrá más de 3,670 electrolizadores (hidrógeno).



La Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA, por sus siglas en inglés) ha determinado una ruta de mitigación para contribuir al logro de la meta del Acuerdo de París de 1.5°C, que incluye medidas y su potencial de mitigación:

- Energías renovables: mitigan el 25%
- Eficiencia energética (producir lo mismo con menos energía): mitiga el 25%
- Electrificación (convertir procesos térmicos en eléctricos): mitiga el 20%
- Hidrógeno: 10%

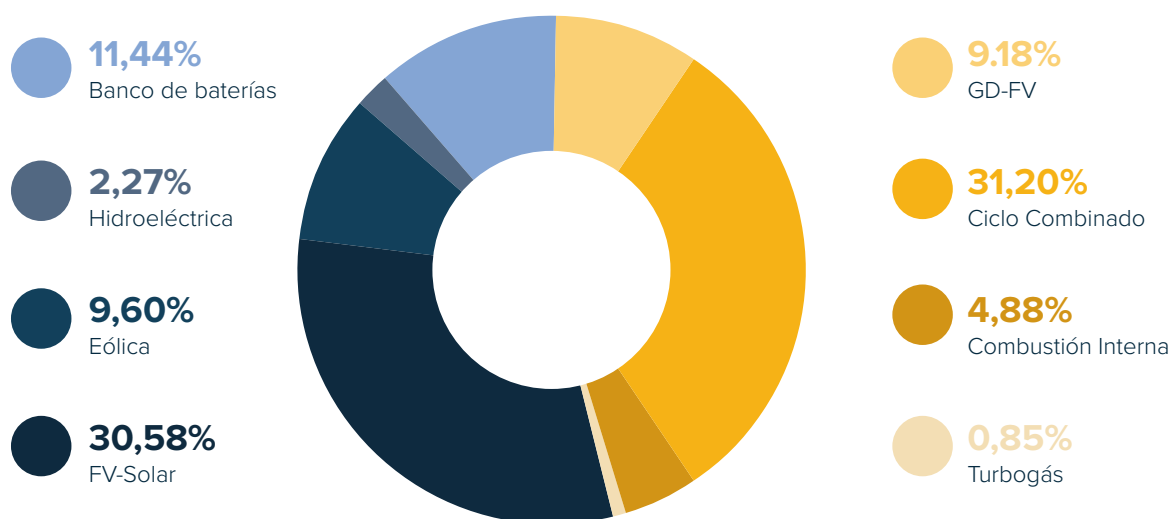
De los dos análisis podemos concluir que las energías renovables solar y eólica, la electrificación del transporte e industrial, y nuevas tecnologías, principalmente, el hidrógeno y almacenamiento de electricidad con baterías, juegan un papel importante para lograr la carbono neutralidad del sector eléctrico para el 2050. La captura y almacenamiento de carbono tendrán un rol protagónico.

VISIÓN NACIONAL

La Secretaría de Energía en el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2023 - 2037 indica que el tamaño del sistema crecería 1.7 veces pasando a casi 160 GW en el 2037 de una base de 92 GW en el 2022. La prospectiva del PRODESEN proyecta que se

necesita instalar 20,248 MW netos de nuevas plantas entre el 2023 a 2026 incorporando generación distribuida, retiro, conversión y sustitución de plantas. El tipo de plantas adicionales es dominado por las de ciclos combinados (31.20%) y, en segundo lugar, la solar fotovoltaica (30.58%).

Figure 1: Additional capacity by technology from 2023 to 2026



Fuente: SENER-PRODESEN (2023)

En dicho periodo se definieron 8,858 MW como proyectos eléctricos estratégicos, siendo las Centrales de Ciclo Combinada (6,328 MW) y Combustión Interna (993 MW) las seleccionadas. Lo anterior en términos de: desarrollo y operación eficiente de la industria eléctrica, asegurar la confiabilidad, fortalecer a las empresas productivas del Estado del sector energético y continuar con la integración de energía renovable 'intermitente'. Mientras que para el periodo 2027-2037, la capacidad a integrar es de 46,138 MW, incluyendo generación distribuida (6,480 MW). En este periodo la solar fotovoltaica a gran escala dominará las nuevas adiciones (37.06%), en segundo lugar, la generación solar distribuida

(14.04%), en tercer lugar, las plantas de banco de baterías (13.92%); posteriormente ciclos combinados (13.27%).

Se proyecta que la participación de las energías limpias en el 2037 será de un 54.6% (en el 2022 era de 36.9%) lo que incluye renovables, limpias (nuclear y grandes hidroeléctricas), baterías, hidrógeno verde en centrales de ciclo combinado (CCC), integración de la generación solar distribuida. Además, comprende la conversión de 1,024 MW de CCC con una mezcla de 70% gas natural y 30% de hidrógeno entre 2033 y 2036, así como la adición de 150 MW de energía nuclear.

4. ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PROPUESTAS

Existen diversos puntos de vista de cómo lograr la meta de descarbonización de las NDC. La Sexta Comunicación Nacional propone: i) incrementar la participación e integración de energías limpias en la generación; de hecho, busca lograr adicionar 40 GW de energías limpias, ii) sustitución de combustibles de alto contenido de carbono por gas natural en central de alta eficiencia y iii) reducción de pérdidas técnicas de energía en las redes de transmisión y distribución. (INECC, SEMARNAT, 2018) Específicamente se sugiere modernizar el 40% de las hidroeléctricas de la CFE (repotenciación, cambio de turbinas y desazolves) y construir 4 nuevas hidroeléctricas, incrementar la participación de la fotovoltaico (a gran y pequeña escala), eólicas y geotérmica, así como, hidrógeno verde.

En el 2018, el INECC estimó los costos y beneficios a la implementación de acciones de mitigación, se identificaron tres acciones clave: i) integración de energía limpias para la electricidad (hidroeléctrica, solar, geotérmica y eólica y de cogeneración eficiente), ii) reducir pérdidas en las líneas de distribución y iii) sustitución de combustóleo por gas natural en la generación eléctrica. La medida más costo efectiva del sector eléctrico es la sustitución de combustóleo por gas natural con costo negativo de implementación (-78 USD/tCO₂e), le sigue la implementación de energías renovables (-5.8 USD/tCO₂e) con un gran potencial de abatimiento de GEI tanto en el sector eléctrico como en el sector transporte con la electrificación del mismo (INECC, 2018).

WRI- México (2019) identificó una combinación de 21 estrategias de política pública (directrices, medidas y tecnologías) para lograr la NDC condicionada a un bajo costo promedio (12 USD/tCO₂e). De las medidas identificadas del sector eléctrico resaltan: i) aumentar la capacidad y eficiencia en el sector eléctrico (transmisión y distribución), ii) aumentar la eficiencia energética en edificaciones comerciales y residenciales, iii) estándares de eficiencia energética en la industria, iv) estándar para el portafolio de energías renovables, v) generación solar distribuida, vi) retiro temprano de centrales eléctricas: carboceléctricas, entre otros

Por su parte, ICM (2022) propuso nueve medidas para lograr las metas no condicionadas: i) limitación de insta-

lación de nuevas centrales eléctricas basadas en combustibles fósiles, ii) impulso a la penetración de tecnologías de Captura y Almacenamiento de CO₂ (CCS), iii) creación y seguimiento de programas para incentivar el cumplimiento del código red, iv) retiro justo y planificado centrales térmicas que han superado su vida útil, v) descentralización o diversificación de núcleos de generación, vi) inversión en la Red Nacional de Transmisión (RNT) para la reducción de pérdidas transmisión, vi) aumento de la capacidad transmisión incorporación de nuevos enlaces estratégicos, vii) mecanismos para el impulso instalación capacidad limpia a gran escala: solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y nuclear, viii) mecanismos para el impulso a la instalación capacidad limpia generación distribuida, ix) eficiencia energética: agroindustria, motores, refrigeración e industria. Los costos de abatimiento de ICM están entre un rango de -112.3 USD/tCO₂e y 257.8 USD/tCO₂e.

Las inversiones estimadas para lograr las metas del gobierno se estiman alrededor de los 48 billones de dólares. Esto supone una movilización de recursos sin precedentes, donde el sector público, el privado y la cooperación internacional tendrán un rol clave en la financiación de la transición.

En conclusión, para lograr la descarbonización del sistema eléctrico hay opciones costo-efectivas, incluso con coste negativo con tecnología asequible y probada. Si bien las posturas de los documentos oficiales incluyen el gas como combustible, no así las de los centros de pensamiento nacional e internacional. Este punto es clave para entender el rol de este combustible en los planes de descarbonización.

5. RECONFIGURACIÓN PROPUESTA DEL SISTEMA ENERGÉTICO NACIONAL (PARA LA DESCARBONIZACIÓN DE LA MATRIZ ELÉCTRICA, EN TÉRMINOS DE POLÍTICA PÚBLICA E INSTITUCIONES, INCLUIDOS LOS RETOS EN PLANEACIÓN)

La IEA planteó una serie de propuesta para lograr un escenario cero carbono (Net ZERO):

- Prohibir la venta de nuevos autos de combustión interna para el 2035
- La electricidad debe alcanzar la neutralidad de carbono para el 2040, los sistemas eléctricos deben aumentar su flexibilidad: baterías (almacenamiento de electricidad), control de la demanda, hidrógeno, hidroeléctricas, captura y almacenamiento de carbono, entre otras medidas.
- En el 2050, el 90% de la energía es renovable, dominada por la energía solar fotovoltaica y eólica (70%), es imperativo la coordinación entre la industria, academia y gobierno deben coordinarse. Además, es necesario cooperación entre países, principalmente para economías en desarrollo.

En la NDC de México se planteó impulsar desde el legislativo las acciones de generación con centrales fotovoltaicas, eólicas, geotérmicas y se fomenta la generación distribuida renovable; así como el impulso de las nuevas tecnologías para la generación eléctrica, como el hidrógeno verde en centrales híbridas.

Además, el fomento de acciones en las micro, pequeñas y medianas industrias a través de la NAMA MIPYME, que busca apoyar con medidas costo efectivas, principalmente de eficiencia energética, a este sector de gran relevancia para la economía nacional. Por lo cual, es importante desde el legislativo dotar de los recursos e incentivos suficientes para implementar estas acciones.

Finalmente, desde el legislativo también se plantean dotar de recursos e incentivos necesarios para impulsar la energía limpia para apoyar el acceso universal a la energía,

por ejemplo, a través de proyectos de electrificación rural y un piloto de hogares solares.

En el Foro de Parlamento Abierto: “México hacia un futuro libre de combustibles fósiles” se identificaron ciertos requisitos que se debe cumplir para lograr la transición energética en la matriz eléctrica:

- Garantizar condiciones de operación
- Debe ser sustentable
- Mayor eficiencia a un mínimo costo
- Abierta: considerar a los diferentes participantes del mercado de energía
- El rol de las instituciones del Estado: PEMEX y CFE deben promover el cambio y ser un agente de desarrollo con un mejor un gobierno corporativo (aumentar la rentabilidad económica sin descuidar la rentabilidad social)
- La Secretaría de Hacienda debe identificar y asegurar recursos para los proyectos de energía limpia
- Generar las condiciones necesarias para lograr que las empresas con criterios ASG (ambiental, social y gobernanza) logren implementar proyectos de sustentabilidad



03

TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA E INCLUSIVA

1. SITUACIÓN ACTUAL

La capacidad instalada del sistema eléctrico nacional está controlada en su mayoría (69%)⁵, por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), empresa productiva del Estado, mientras que el sector privado controla el 30%, y Pemex el 1%. Asimismo, esta capacidad consiste principalmente en tecnologías de combustibles fósiles, que representan alrededor del 60%, mientras que las fuentes limpias de energía⁶, representan el restante 40% (SENER, 2023b).

A pesar de la necesidad por transitar a fuentes de energía más limpias, el país ha continuado anclado a la explotación y uso de combustibles fósiles. Durante años la extracción de petróleo contribuyó al sostén económico del país, sin embargo, la producción petrolera ha decaído. Se rebasó el pico máximo de producción de petróleo en México en el año 2004 y el pico máximo de producción de gas desde 2009. Hasta ahora, se ha extraído ya el 88% del petróleo disponible y el proceso adquisitivo de este se ha encarecido exponencialmente. Desde 2004, la productividad por pozo se ha reducido 67% y los costos por extracción se han quintuplicado. En el año 2000, por cada millón de pesos de inversión anual, se obtenía una producción de 66 barriles

diarios de crudo, mientras que hoy día, por este mismo millón de inversión, se producen solo 4 barriles diariamente⁷.

Asimismo, cabe destacar que los combustibles fósiles no solo son los mayores causantes del efecto del cambio climático, sino que son recursos finitos. En contraste, el vasto potencial de recursos renovables que tiene el país y que puede ser técnicamente aprovechado para la producción de electricidad y calor es alto, en particular, el de la energía eólica y de la solar que se ha triplicado en los últimos cinco años (Gabbatiss, 2021). Las fuentes de energía renovable pueden contribuir a reducir la pobreza energética, ser fuente de empleos y favorecer un modelo energético más democrático, donde a través de tecnologías como la generación solar distribuida, nadie se quede atrás en el acceso a energía renovable.

La International Renewable Energy Agency (IRENA) señala en su prospectiva de energía renovable a 2030 para el caso de México, que el país podría generar hasta 46% de



⁵ Incluye a CFE-Productores Independientes de Energía.

⁶ Por definición se incluye a las renovables, grandes hidroeléctricas, la nuclear y la cogeneración eficiente.

⁷ Datos de la presentación de Luca Ferrari, realizada en Cámara de Diputados en el foro: México hacia un futuro libre de combustibles fósiles el 13 de septiembre de 2023.



su electricidad cada año a partir de fuentes renovables, para lograrlo se requeriría de un mayor despliegue de la energía eólica y solar fotovoltaica que, en conjunto, podrían representar el 26% de esta producción.

El reporte de IRENA señala además que, la implementación de una ruta ambiciosa de energías renovables para 2030 en México, brindaría la oportunidad de reducir la demanda total de carbón en un 62%, gas natural en un 21% y petróleo en un 6%. Pero más allá de las estimaciones de IRENA, se trata de impulsar no solamente una sustitución tecnológica basados en el potencial que tiene el país, sino una transformación de la forma actual en que se produce, consume y gestiona la energía.

Se trata de dejar de lado los combustibles fósiles para transitar a un modelo basado en energías renovables, pero sin ignorar las relaciones de poder entre los actores involucrados y la existencia de múltiples desigualdades e injusticias entre sectores sociales en el acceso y consumo de energías. El nuevo sistema debe velar por cerrar las brechas

de participación entre mujeres y hombres, entre personas indígenas y no indígenas, incluso entre el mundo rural y urbano. Al no cuestionar la desigualdad ni las asimetrías de poder del actual sistema energético, estas se normalizan y tienden a reproducirse (Bertinat, Chemes y Florero, 2020). En México, algunos megaproyectos de energía renovable han ocasionado conflictos socioambientales en relación con la energía solar y eólica en el sur del país, dados sus impactos a la biodiversidad local del lugar y las violaciones a derechos de pueblos indígenas locales.⁸

Por ello, es fundamental reconceptualizar la transición energética más allá de una sustitución tecnológica, si no como un proceso de transformación que incluya aristas sociales y ambientales.

⁸ Información de la presentación realizada en Cámara de Diputados en el foro: México hacia un futuro libre de combustibles fósiles, por Beatriz Olivera, directora de Engenera, A.C. realizado el 13 de septiembre de 2023

2. LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOCIAL Y AMBIENTALMENTE JUSTA

Para ahondar en la comprensión acerca de cómo deberá darse la transición energética, es fundamental incorporar un enfoque integral de justicia, como una premisa necesaria en el proceso de transición. Es decir, cuestionarse: ¿Para qué y para quiénes es la energía que se pretende generar? ¿Dónde se producirá? ¿Profundizará o reducirá las asimetrías de poder entre las y los actores involucrados?

Añadir la dimensión de justicia al concepto de transición energética, implica la discusión sobre la necesaria transformación de las sociedades, deliberadamente requiere pensar y crear sociedades cuya estructura económica, política y social sea sustentable, incluyente y democrática.

El concepto de la transición energética justa tiene sus orígenes en el mundo de los trabajadores del petróleo y del carbón y apunta inicialmente a exigir que se les aseguren

alternativas de empleo frente el peligro de perderlos en el marco del fin de la explotación de estos recursos (Monge y Olivera, 2022). No obstante, la dimensión de justicia es mucho más amplia y apunta además a un cambio integral hacia “modelos que articulen la justicia social con la justicia ambiental, hacia prácticas económicas y productivas basadas en la reciprocidad, la complementariedad y los cuidados; hacia un nuevo pacto con la naturaleza, que garantice la sostenibilidad de la vida digna”. (Svampa, 2022, p.3)

La transición energética justa debe representar un cambio en el paradigma energético, cuestionar las relaciones de poder entre gobiernos, corporaciones, consumidores y poblaciones de los territorios y apuntar a superar la pobreza energética⁹ de la población. En México, el 36.7% de los mexicanos vive en condiciones de pobreza energética, (García-Ochoa, 2016). Esta cifra se añade a los cerca de 800 millones de personas que no acceden a la electricidad y un tercio de la población mundial (2600 millones de personas), no tiene acceso a combustibles limpios para cocinar (Ogunbiyi, 2023).

La ruta hacia la transición energética justa, debe considerar como eje fundamental a los derechos humanos, no pueden continuar diseñándose proyectos de energía omisos o violatorios a los derechos de los pueblos y de las personas. Tampoco es opción no adoptar medidas para enfrentar el cambio climático. De este modo, al diseñar y poner en marcha políticas públicas y acuerdos de inversión, producción, distribución y uso de energía, el Estado debe asegurar, regular y vigilar que la actividad de las empresas públicas y privadas sea respetuosa y conforme a la diligencia debida en materia de derechos humanos (Derechos humanos para una transición energética justa, 2022)

⁹ Un hogar se encuentra en pobreza energética cuando las personas que lo habitan no satisfacen las necesidades de energía absolutas, las cuales están relacionadas con una serie de satisfactores y bienes económicos que son considerados esenciales, en un lugar y tiempo determinados, de acuerdo a las convenciones sociales y culturales” Fuente: García-Ochoa, 2016.





Para construir la transición energética justa, es necesaria la participación activa y estratégica de las poblaciones de los territorios desde los cuales se pretenden gestionar nuevos proyectos energéticos. La participación de los gobiernos estatales y municipales, los consejos comunitarios y las asambleas ejidales, barriales o populares, tanto en los ámbitos rurales como en los urbanos.

En la planeación de la transición energética justa, es indispensable un proceso a nivel nacional, para ello, el gobierno federal debe establecer en los instrumentos nacionales de planeación, como el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Sectorial de Energía y el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), la ruta hacia la transición energética justa de la manera más específica posible, así como las acciones y programas necesarios para alcanzarla. Al ser un proceso de planeación, este deberá ser sujeto de un proceso de monitoreo y evaluación realizado al menos de manera anual, para identificar los avances y retrocesos en la materia.

Un aspecto relevante y necesario en la transición energética justa, es la participación efectiva y estratégica de las personas que habitan en los territorios donde se pretenda desarrollar proyectos. Las poblaciones, en su diversidad, deben asumir roles de liderazgo y tomar decisiones sobre la generación de energía, la diversificación de las economías y sobre todas las políticas y formas de desarrollo que les atañen, afirmándose así el respeto a los derechos colectivos de las poblaciones indígenas y de las

poblaciones rurales y urbanas. Frecuentemente, son las propias comunidades quienes, a través de asambleas comunitarias o ejidales, discuten y toman decisiones sobre proyectos que pueden ser susceptibles de impactarles, no obstante, el gobierno a nivel federal debe propiciar y garantizar las mejores condiciones (como el acceso a la información de calidad o la perspectiva

Desde esta mirada, el concepto de transición energética justa se sustenta, en buena medida, en el derecho de los pueblos indígenas y pueblos en general, a definir su propio desarrollo, a la libre determinación, así como al consentimiento previo, libre e informado.

Desde las organizaciones y movimientos de mujeres¹⁰, también se plantea la apuesta por una transición energética justa. Pese a que las mujeres tienen un papel fundamental en el manejo y uso de los recursos energéticos en

¹⁰ Las mujeres de todo el mundo se enfrentan a las peores consecuencias de la falta de acceso a la energía moderna. Se gastan más del 40% de los ingresos familiares en velas y keroseno, que son formas peligrosas e ineficientes de iluminación. Caminan grandes distancias para recoger leña. Alumbran bebés en la oscuridad, se afanan en cocinas llenas de humo y se aventuran fuera por la noche para usar las letrinas exteriores sin iluminación apropiada. Las niñas se quedan relegadas sin oportunidades educativas debido a la falta de luz fiable. (Fuente: Energía sostenible para todos: el empoderamiento de las mujeres. ONU)

los hogares y sus comunidades, enfrentan retos ligados a la discriminación sistemática, la pobreza energética y la falta de representación en el sector energético. La transición energética justa debe buscar poner al centro las voces de las mujeres, que históricamente han estado rezagadas de los espacios de toma de decisión (Monge y Olivera, 2022).

Para avanzar en una transición energética justa, será necesario descolonizar el sistema energético, de tal forma que la mirada sobre los territorios campesinos e indígenas, donde habitualmente se produce la energía, sea una apuesta por la vida y no por el capital¹¹. Será necesario vencer la resistencia de gobiernos que, anclados en el pasado, continúan impulsando las políticas extractivistas basadas en hidrocarburos cuyo futuro energético sólo conducirá a una catástrofe climática. Habrá que resistirse también al capitalismo verde que, disfrazado de múltiples prácticas de greenwashing, busca hacer del campo de las

energías renovables una nueva forma de acumulación del capital basado en el despojo, que beneficiará únicamente a grandes corporaciones energéticas y que ignora por completo los derechos de las poblaciones y la salud de los ecosistemas. Por el contrario, el capital privado tiene la oportunidad de abrazar otros modelos e imaginarios posibles, invirtiendo en tecnologías que favorezcan más la vida y necesidades de las personas que las de la industria¹².

La clase política actual tiene la oportunidad de imaginar, diseñar y sentar las bases para lograr una transformación energética del modelo actual predominante para enfrentar la emergencia climática que amenaza a la humanidad, pero en la cual se logre diversificar las fuentes de energía, se democratice la toma de decisiones desde el ámbito local, donde mujeres, hombres, personas indígenas, poblaciones rurales y urbanas puedan tomar decisiones sobre sus propios territorios.

¹¹ Presentación de Marcela Torres Wong en Cámara de Diputados en el foro: México hacia un futuro libre de combustibles fósiles, realizado el 13 de septiembre de 2023.



3. CAPACIDADES Y RETOS EN MATERIA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS PARA AVANZAR EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA¹³

En México, actualmente existen los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES), iniciativa prioritaria del Conahcyt (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías). Dichos programas son una herramienta de política científica que pretende una nueva forma de investigación diseñada para afrontar grandes problemas nacionales y proponer soluciones, se trata de programas rigurosos en términos metodológicos, transdisciplinarios y con una perspectiva ética.

Los PRONACES fueron concebidos como un medio para organizar los esfuerzos de investigación en torno a prob-

¹² Ibid.

¹³ Para este apartado, se retomó información de la presentación realizada en Cámara de Diputados en el foro: México hacia un futuro libre de combustibles fósiles, por Alejandra Traffon, directora de Energías y cambio climático del CONAHCYT realizado el 13 de septiembre de 2023

lemas nacionales concretos. Su objetivo es investigar las causas de esos problemas y servir de andamiaje para producir esas soluciones (Conahcyt, 2023). Estos programas están alineados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, promueven, a través de un trabajo multi actor, la construcción de un diálogo de saberes de alta calidad, dando paso a un modelo de cooperación sustantiva entre las comunidades de humanistas y científicos, fortaleciendo así al sector social público y privado preocupado por el bien común. Un elemento adicional son los Ecosistemas Nacionales informáticos (ENI) que son herramientas en ciencia de datos generadas por el Conahcyt, ejemplo de ello es la Plataforma Nacional Energía, Ambiente y Sociedad (PLANEAS).

El PRONACE de Energía y Cambio Climático busca promover una reflexión amplia y acciones específicas para alcanzar un sistema energético sostenible y más equitativo. Actualmente, se encuentran 24 proyectos nacionales en desarrollo en materia de investigación e incidencia que atienden investigaciones en 20 estados de la república en 84 municipios del país, 12 son de cambio climático y 72 en materia de energía.

Asimismo, el PRONACE de Energía y Cambio Climático busca consolidar una cosmovisión integral dividiendo la problemática de la transición energética en cuatro ejes a abordar:

1. Movilidad sustentable
2. Uso eficiente la energía baja en carbono para la industria
3. Sistemas energéticos rurales sustentables y
4. Energía distribuida, comunitaria y democratización energética.

En materia de transición energética, este PRONACE promueve la democratización de la generación de energía y la posibilidad de detonar procesos productivos locales con

base en la creación distribuida de la energía y el uso de fuentes renovables. El Comité de Energía de dicho programa, busca impulsar de manera integral acciones desde el punto de vista de la oferta y la demanda energéticas, con miras a establecer la ruta de una Transición Energética Justa y Sustentable (TEJS) para México. Con ello, se busca promover una participación mayoritaria de las energías renovables en la matriz energética

Los retos a superar tienen que ver en primera instancia, con la divulgación de la ciencia y la tecnología para que los conocimientos sobre la transición energética y sus múltiples tecnologías, lleguen a comunidades marginadas del ámbito rural y urbano, puedan ser comprendidos y a partir de allí y de sus propias realidades, puedan desarrollarse nuevos conocimientos y tecnologías. En segundo término, otros retos se relacionan con el traslado de las experiencias locales exitosas en políticas públicas que puedan ser escaladas a otros contextos de la realidad nacional. Asimismo, los retos implican cambios nodales, sistémicos, tecnológicos, así como la cooperación eficiente y la capacidad de captar financiamientos viables para la adquisición de tecnologías renovables.



¹³ Para este apartado, se retomó información de la presentación realizada en Cámara de Diputados en el foro: México hacia un futuro libre de combustibles fósiles, por Alejandra Traffon, directora de Energías y cambio climático del CONAHCYT realizado el 13 de septiembre de 2023

4. DECRECIMIENTO Y CONSUMO CRÍTICO, RESPONSABLE Y JUSTO

La transición energética social y ambientalmente sostenible implica disminuir y limitar el consumo mundial y lograr una distribución que coloque a todos los países en igualdad de acceso a estos recursos. Es necesario pensar en un cambio de paradigma para poder abordar el problema climático y comprender que no es posible conceptualizar de manera separada a la justicia social de la transición energética. En México, mientras que el 10% de su población más rica emite siete veces más CO₂ y consume siete veces más energía per cápita que el resto de habitantes, 10 millones de personas no tienen acceso a la electricidad¹⁴.

Por otro lado, resulta evidente que son insostenibles el crecimiento económico ilimitado y el modelo consumista predominante, incluso aunque los procesos productivos se basen en las energías renovables. Los recursos naturales limitados que con los que cuenta el planeta y el agotamiento conjunto de los combustibles fósiles, del uranio y de los metales, que puede producirse durante el siglo XXI, requiere una drástica reducción del consumo de energía, materiales y productos, lo cual debería implicar una mayor eficiencia energética, una movilidad sostenible, un decrecimiento en el ámbito material de la economía y un consumo crítico, responsable y justo. (Carvajal, 2023).


En respuesta, el decrecimiento sugiere que podrían suprimirse o reducirse algunos sectores de la economía (extracción de combustibles fósiles, industria armamentista, producción de automóviles, entre otros), y en contraste, podría promoverse un crecimiento en los sectores económicos orientados al bien común y a la preservación

¹⁴ Datos de la presentación de Luca Ferrari, realizada en Cámara de Diputados en el foro: México hacia un futuro libre de combustibles fósiles el 13 de septiembre de 2023. hábitos de consumo, uso tecnologías más eficientes, o una combinación de ambos, por demás no está decir que ahorrar energía es mucho más barato que producirla. A continuación, se enlistan algunas recomendaciones para disminuir el consumo de energía.

del medio ambiente (energías renovables, transporte colectivo, entre otros). Adicionalmente, también están las propuestas de ahorro y eficiencia energética.

El ahorro o eficiencia energética consiste en utilizar la energía de mejor manera. Es decir, con menos cantidad de energía, se obtienen los mismos resultados. Esto se puede lograr a través del cambio de

- Diseñar sistemas energéticos que faciliten la adaptación tecnológica a los contextos locales. Esto implica desarrollar economías regionales que permitan producir y consumir localmente. El 47% de la energía que consume México se utiliza en el sector de transporte.
- Apostar por la agroecología para dejar de depender de los combustibles fósiles en la generación de alimentos.
- Establecer políticas para limitar o eliminar la obsolescencia programada en los productos y dar paso a objetos diseñados para durar y ser reparados.
- Modificar la normativa para fomentar el uso de la energía solar. El aprovechamiento térmico de la energía solar reducirá la necesidad de quema de gas para la obtención de agua caliente sanitaria.
- Promover la energía solar fotovoltaica a través de generación distribuida, comunitaria y cooperativa. Además, hace falta la diferenciación de tarifas según el estrato social y establecer un límite en el consumo.
- Establecer políticas y normas relacionadas con la edificación que permitan un mayor aprovechamiento de la luz y de la energía solar; así como del alumbrado público.
- Es necesario reflexionar colectivamente sobre el uso del Producto Interno Bruto (PIB) como indicador de progreso y se debe dejar atrás la noción de crecimiento económico como la única solución o como sinónimo de bienestar.

En consecuencia, las decisiones de política pública que se tomen con respecto a la transición energética, la eficiencia y ahorro de energía, no serán de índole tecnológica únicamente, sino social, de tal forma que apunten hacia la implementación de un modelo socioeconómico completamente diferente, “uno que no esté basado en el absurdo de pretender el crecimiento ilimitado en un planeta finito” (Turiel, 2022). 

BIBLIOGRAFÍA

- (2022). Derechos humanos para una transición energética justa. Informe de monitoreo con recomendaciones. https://redtdt.org.mx/wp-content/uploads/2021/11/211108_Informe-DH-transicion-energetica.pdf
- Ardila-Gomez, Arturo, Bianca Bianchi Alves, and Joanna Moody. 2021. Decarbonizing cities by improving public transport and managing land use and traffic. Washington D.C.: The World Bank Group.
- Bertinat, Pablo; Jorge Chemes y Lyda Fernanda Forero (2020): Transición energética: aportes para la reflexión colectiva, Taller Ecologista/ Transnational Institute (con el apoyo de Fundación Heinrich Boll Cono Sur), Argentina. <https://tallerecologista.org.ar/wp-content/uploads/2020/11/TransicionEnergetica-Reporte-comp.pdf>
- C40 (2022) Climate Positive Development. London, New York & Rio de Janeiro.
- Carvajal, E. (2023). Transición energética y crecimiento o decrecimiento.
- CONAHCYT (2023). ¿Qué son los Pronaces?
- Fransen, T., et. al. 2019. “Enhancing NDCs: Opportunities for Transport.” Working Paper. Washington, DC: World Resources Institute. Available online at www.wri.org/publication/enhancing-ndcs-transport.
- Gabbatiss, J. (2021). Perfil Carbon Brief: México. <https://www.carbonbrief.org/perfil-carbon-brief-mexico/>
- García-Ochoa, R y Graizbord, B. (2016). Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. México, disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/est/v16n51/2448-6183-est-16-51-00289.pdf>
- Hickman, R., Hall, P., & Banister, D. (2013). Planning more for sustainable mobility. *Journal of Transport Geography*, 33, 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.07.004>
- ICCT (2022) , Proyecto de modificación de la norma mexicana de rendimiento de combustible para vehículos ligeros - NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013 <https://theicct.org/region/mexico/>
- ICM (2022) NDC desde la Sociedad Civil. Anexo técnico, México, 583 pp. <https://iniciativaclimatica.org/ndc/>
- IEA (2023), Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach 2023 Update. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/an-updated-roadmap-to-net-zero-emissions-by-2050>
- INECC. (2021). Estimación de costos y beneficios asociados a la implementación de acciones de mitigación para el cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones comprometidos en el Acuerdo de París. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/756201/157_2021_Costo_Beneficio_Mitigacion_Acuerdo_Paris.pdf
- INECC & SEMARNAT (2018), Sexta Comunicación Nacional y Segunda Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/introduccion.php>

- RENA (2015).A Renewable Energy Roadmap 2030. México. https://www.irena.org/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA_REmap_Mexico_report_2015.pdf
- Jaramillo, P., S. Kahn Ribeiro, P. Newman, S. Dhar, O.E. Diemuodeke, T. Kajino, D.S. Lee, S.B. Nugroho, X. Ou, A. Hammer Strømman, J. Whitehead, 2022: Transport. In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, climatechange/damilola-ogunbiyi-ending-energy-poverty
- PRODESEN de SENER (2023), Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2023 - 2037. <https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-2023-2037>
- SEMARNAT (2022), Contribución Determinada a nivel Nacional: actualización 2022 https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/202211/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf
- SENER (2023a). PRODESEN 2023-2037
- SENER (2023b). Sistema de Información Energética. Sitio web. 2023. https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvequa=DIPS_SE_C33_ESP
- Svampa, M. (2022). Dilemas de la transición ecosocial desde América Latina. En: Documentos de trabajo n° especial (2). Madrid: Fundación Carolina; Oxfam Intermón. <https://doi.org/10.33960/issn-e.1885-9119.DTFO02>.
- Turiel, A. (2022). La única solución a la crisis energética pasa por el decrecimiento de nuestro consumo de energía. Entrevista a Antonio Turiel realizada por Eva Carnero.
- WRI (2019). Eligiendo el camino correcto: Opciones de bajo costo para fortalecer las metas climáticas de México logrando beneficios sociales a largo plazo. <https://wrimexico.org/publication/eligiendo-el-camino-correcto>
- A. Al Kourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.012.
- Leo, A., Morillón, D., & Silva, R. (2017). Review and analysis of urban mobility strategies in Mexico. *Case Studies on Transport Policy*, 5(2), 299–305. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2016.11.008>
- Monge, C., Olivera, B. (2022). Documento base por una transformación energética justa en América Latina y el Caribe en el marco de una transformación equitativa y democrática del sistema energético. Documento sin publicar
- Ogunbiyi, D. (2023). Acabar con la pobreza energética salva vidas y salva el planeta. Entrevista a Damilola Ogunbiyi. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/>



PARLIAMENTARIANS FOR
A FOSSIL-FREE FUTURE